ENERGY EFFICIENCY OPPORTUNITIES

IN THE SOLID WOOD INDUSTRIES

An Initiative supported by:

The Council of Forest Industries

The Canadian Industry Program for Energy Conservation

Natural Resources Canada

INTRODUCTION

On behalf of the Wood Products Task Force of the Canadian Industry Program for Energy Conservation (CIPEC), the Council of Forest Industries (COFI) retained Carroll-Hatch (International) Ltd. (CHI) to identify and analyze information related to industrial energy use in the Canadian solid wood industries sector and the opportunities for efficiency which may exist.

CIPEC consists of 16 task forces representing the various industrial sectors in Canada. The Wood Products Task Force is currently chaired by a representative from COFI.

The CIPEC Task Forces act as focal points for identifying energy efficiency potential and improvement opportunities, establishing sector energy efficiency targets, reviewing and addressing barriers and developing and implementing strategies for target achievements.

COFI has a mandate to create a climate for the consistent, healthy economic performance of the B.C. forest industry. Within this mandate, COFI's key strategic direction is to initiate and promote industry policy to enhance the competitiveness of the forest industry. Therefore, the CIPEC Wood Products Task Force asked COFI to coordinate an Energy Efficiency Opportunities (EEO) study on their behalf.

The information contained in this report is designed to highlight energy efficiency opportunities for the solid wood industries and also facilitate the development of a sector energy efficiency target and an action plan for realizing this target. The report was excerted from the publication "Energy Efficiency Opportunities for the Canadian Solid Wood Industries. A practical Guide Book."

The use of corporate and/or trade names is not meant to constitute an endorsement of any commercial product or person.

TABLE OF CONTENTS

1.0 ENERGY EFFICIENCY OPPORTUNITIES 2
1.1 Compressed Air 2
1.1.1 Technological Opportunities for Energy Conservation in Compressed Air Systems 2
1.1.2 Compressed Air Generation 2
1.1.3 Compressed Air Preparation 4
1.1.4 Compressed Air System Integrity 6
1.1.5 Compressed Air Utilization 7
1.1.6 Alternative Energy Sources for Compressed Air Applications 9
1.2 Hydraulic Systems 9
1.3 General Materials Handling 10
1.3.1 Major Machine Control 11
1.3.2 Servo Hydraulics 11
1.3.3 Energy Conservation Opportunities 12
1.3.4 Specific Types and Nature of Application Using Hydraulics 12
1.3.5 Linear Positioning (Servo-Hydraulics) 13
1.3.6 Opportunities for Energy Savings 13
1.4 Fans 15
1.4.1 Centrifugal Fans 16
1.5 Air Conveying Systems 18
1.5.1 High Pressure Air Conveying Systems 18
1.5.2 Low Pressure Air Conveying Systems 21
1.6 Drives 24
1.6.1 Flexible Drives 24
Flat Belt 24
V-Belt 24
Timing Belt 24
Roller Chain 24
1.6.2 Gear Reducers 25
Worm 25
Cycloidal 25
Planetary 25
Helical 25
1.6.3 Potential Energy Savings Opportunity 25
1.7 Motors 26
1.8 Natural Gas 28

2.0 NEW ENERGY EFFICIENCY TECHNOLOGIES 30
2.1 Electrical Energy Efficiency 30
2.1.1 Carriage Drives 30
2.1.2 Gun Shot Steam Drive 30
2.1.3 Gun Shot Water Cylinder 30
2.1.4 Amplidyne AC/DC Drive 30
2.1.5 AC Solid State Variable Frequency Drive 30
2.1.6 Electric Motor-Driven Linear Actuator 31
2.1.7 Linear Motors 31
2.1.8 Actuators 31
2.2 Natural Gas Energy Efficiency 31

3.0 PROGRAM ASSESSMENT 32
3.1 Electrical Energy Conservation 32
3.2 Natural Gas 33
3.3 Summary 34

4.0 ACTION PLAN 36
4.1 Electrical Energy Savings 36
4.2 Natural Gas 37
Appendix A: Compressed Air Opportunities Checklist 38
Appendix B: Flexible Drives and Gear Reducer Checklist 40

1.0 ENERGY EFFICIENCY OPPORTUNITIES

1.1 Compressed Air

1.1.1 Technological Opportunities for Energy Conservation in Compressed Air Systems

The opportunities for energy conservation in compressed air systems can be categorized in the following manner (which are common for most industries):

(1) Compressed air generation;
(2) Compressed air preparation;
(3) Compressed air system integrity; and
(4) Compressed air utilization.

In compressed air energy conservation, it is of prime importance to recognize that when assessing the energy use in compressed air systems the compressed air system must be considered as a whole and not necessarily the sum of its parts. Making changes in one part of the system, without considering its interaction with the rest of the system, may result in a significant reduction in air use — but with minimal reduction in the energy requirement. This is especially true with some of the current compressor control technology available where a modulating control may require almost 70% full load power to generate negligible compressed air volume. This compressor may be efficient at the top end volume, but at low end volumes the technology dictates a disproportionate amount of energy requirement.

The following is a brief description of the more common equipment and technology applicable to the context of the solid wood and composite board sector manufacturing industries. These do not exhaust the available technology, however, the non-uniform requirements of this industry and the non-cost effectiveness of some of the new technology on a retrofit basis would preclude its discussion in the section. For a more comprehensive discussion of compressed air energy savings potential refer to Appendix C - Compressed Air Energy Conservation Seminar Presentation, contained in the source publication of this report (see introduction - front cover).

For a summary of minor and major changes that have potential for energy savings, refer to Appendix A - Opportunity for Energy Savings in Compressed Air.

1.1.2 Compressed Air Generation

Compressed air generation involves the process by which atmospheric air is compressed. Therefore, it is concerned with not only the actual air compression module but also with air intake, the air cooling and level of air pressurization.

The most prevalent method of air compression in the solid and composite wood industry is the single stage oil flooded rotary screw compressor. In wood plants where there is significant instrument air required, two-stage oil free rotary screw compressors may be used which are more efficient and operate with tighter tolerances. The reciprocating compressors that were common in the pre-1970's era have not been as common in recent years due to the introduction of the simpler (though less efficient), less expensive and easier to maintain rotary screw compressors.

The technology used to control these compressors has a very significant effect on the level of energy used. The earlier generations of the rotary screw compressor were controlled by what is referred to as a modulating controller, where the volume of compressed air generated was

controlled by opening or restricting the intake of atmospheric air into the compression section. The restriction of the air intake opening, to reduce the volume of compressed air produced, created negative pressure in the inlet of the compression section as the intake butterfly valve was closed. This negative pressure significantly increases the ratio of the discharge pressure to the inlet pressure. Therefore, though the compressor discharge volume decreases, the effect of the higher pressure ratio between the atmospheric intake air and the discharge compressed air may not result in a significant energy reduction. The decrease in energy requirement to generate less than full compressor capacity is not proportionate to the volume decrease. Typically in these systems, at full design capacity, these compressors would require approximately 110% of full load horsepower while at "0" delivery. These compressors would still use 65-70% of full load horsepower. Advances in compressor controls have resulted in the design of modified modulating systems where the "0" delivery power requirements are reduced significantly. While some recent systems can bring the modulating system down to about 40% of full capacity, below which the compressor switches to a true unload mode, where the power requirement is in the 15-20% of full load horsepower range. There are some compressor manufacturers who make a load/unload-type compressor control where the compressor either produces 100% capacity or unloads to "0" delivery and the corresponding power requirements of full load horsepower down to approximately 20% at unload condition. The drawback with the load/unload system is with the highly fluctuating air requirements in typical sawmill applications which means that often the compressor has to load/unload with great frequency.

A compounding of the energy use problem occurs when multiple compressors are used. Often, because the compressor controls are not adjusted properly, the compressors may in fact be negating the effects of one another. For example, in a series of three modulating control compressors, all may be delivering air at 30% delivery (each using 75% full load power) instead of one compressor delivering 90% and using 95% of full load horsepower for one compressor with the others either unloaded at 20% each or at least one of them being off line.

In order of energy efficiency, as a general rule on a descending scale, the standard modulating control is the least efficient followed by the various modified modulating systems and then the load/unload control as the most efficient.

The following are some opportunities available to reduce energy requirements in air production:

New installations:

Compressors should be specified and selected on the basis of not only price and performance, but also on energy consumption. This would mean implementation of the more efficient control systems such as the modified modulating system or, if the application is appropriate, a true load/unload control system.

When multiple compressors are used, a system controller should be used where the controlling of all the compressors are done with a central electronic controller that sequences the compressors based upon a priority system and pressure requirements in the distribution system.

Existing systems:

In most cases, existing systems — at the very minimum — can have improved energy efficiency by systematic checking and adjusting the control mechanism to original design conditions. The older modulating types of control systems have a pressure/pilot regulator

valve that easily goes out of adjustment which can cause a very inefficient operation. Some of the modulating controller systems can be retrofitted to be load/unload control systems, but these changes should be done by qualified personnel who have assessed the appropriateness of this conversion for the site specific application.

Since the majority of the solid and composite wood plants have multiple compressors, in most cases from two to five, a compressor control sequencer is a necessity for energy efficient operation. This sequencer controller can be retrofitted for just about any multiple compressor system. There are packaged systems available from most compressor manufacturers as well as companies able to custom design a sequencer controller system for a site specific application.

Minimization of pressure drop through the intake system is important for efficient air production. Any excessive pressure drop contributes to a slight negative pressure at the intake, which increases the discharge to inlet pressure ratio causing higher energy requirements.

Increased intake air temperature also has some detrimental effects for energy efficiency. Therefore, it is important that the intake air source be taken from a relatively cool area.

1.1.3 Compressed Air Preparation

Compressed air preparation involves the drying of the compressed air, the primary filtration of the compressed air and the pressure stabilization of the system.

When air is compressed, to a normal plant operating system pressure of 100 psig, and exits the compressor after cooling, its temperature is higher than plant or outside ambient temperature and is generally saturated. As the air flows down the line the temperature decreases and the water vapour condenses out in the lines. Along with this phenomena, when the compressed air is exhausted through an orifice such as a valve to atmospheric pressure, this rapid decompression effect causes a significant temperature drop resulting in more moisture condensing out of the air. In the warmer ambient temperatures, the initial condensation is taken out with a water trap. However, in the colder sub-freezing months condensation in the lines and components create freeze up problems. To combat this, separate air dryers are used.

The methods of air drying typically used in the solid and composite wood products industries are as follows:

- For inside air use only, a refrigerant-type of air dryer can be used. This system is capable of reducing the dewpoint of the air to approximately 1°C (34°F) and requires very little energy per SCFM dried.

- Typically for applications where sub-freezing conditions do occur, regenerative desiccant-type dryers are used. The most common of these are the heatless regenerative desiccant dryer (pressure swing technology) where approximately 15% of the process air that has been dried is used to regenerate the desiccant. Also the heat regenerative-type, which uses either external blower/heater or an internal heater to regenerate the desiccant. Occasionally, a compression-type dryer is used where the heat of compression released by the compressor in the compression process is used to assist in the reactivation of the dryer desiccant — minimizing the need of additional heat or dried air to regenerate the desiccant.

Of these systems, on an ascending energy efficiency scale, the heaterless dryer is the least energy efficient followed by the internal heater-type, the external heater/blower-type and then the heat of compression-type.

Regardless of the type of dryer used, energy efficiency can be significantly improved by the addition of proper regeneration control technology. In most wood plants, at any given time, the full capacity of the air dryer is not being used. With the cyclic nature of the process operations, the volume of air going through an air dryer, depending on the sizing of the dryer, can fluctuate from minimal flow up to full capacity. A dryer without regeneration purge control will supply a fixed amount of dried air (heaterless-type) over a fixed time period (or a fixed amount of heat over a fixed time period) regardless of the amount of air being dried. The regenerative purge control systems monitor the amount of moisture that has been adsorbed by the desiccant and changes the frequency at which the regenerative process takes place, thereby reducing the energy requirement.

Along with the regenerative purge control system, another energy reducing option is a dewpoint controller. This technology is able to adjust the dewpoint of the process air exiting the dryer. If the low dewpoints are not required for the specific operation, or in periods when the ambient outside temperature does not drop below freezing, the dewpoint can be elevated above what is required in the winter. Typically, most cold weather applications are specified for -40°C dewpoint. With the dewpoint controller, this can be changed to whatever is required to prevent freeze-up without maintaining the -40°C dewpoint. By doing this the regeneration process does not have to remove unnecessary levels of moisture from the desiccant, which results in energy reduction.

The following are some of the opportunities available to reduce energy requirements in air preparation.

New Installations:

Dryers should be specified and selected on the basis of performance and energy consumption. For air dryers it is very important that a realistic specification of the incoming air volumes that require drying be prepared. The temperature, pressure and volume of the incoming air is important in the sizing and the effectiveness of the dryer. An incoming temperature that is higher than the dryer design temperature means that the dryer will have to remove more moisture than it was designed for and requires more energy to regenerate the desiccant. All dryers should have a regenerative purge control system that responds to real time moisture loading as well as dewpoint control. Most dryer manufacturers make regenerative purge controllers. However, some do not have dewpoint controllers. There are firms who make retrofit dewpoint controllers which can be customized to a site specific application.

Existing Installations:

Regenerative dryers that do not have regenerative purge controllers should be retrofitted with them. This can apply to dewpoint control as well. Some of the earlier generation regenerative purge controllers were not always effective and occasionally they were disconnected by the plant personnel. These earlier generation controllers should be assessed and, in some cases, should be replaced.

Some of the earlier generation regenerative dryers had tank switching valves that were susceptible to malfunctioning and leakage by passing dried process air to atmosphere. These should also be inspected and repaired. Some manufacturers have offered retrofits to improve this situation.

The other area of significance in the drying process, that is often overlooked, is the importance of the pressure drop through the dryer system which begins at the inlet to the prefilter and ends with the outlet of the after filter. As the filters become contaminated, the pressure drop increases across the element. Likewise, as the desiccant begins to breakdown the smaller particulate begins to pack and increases the pressure drop through the desiccant bed. This increased pressure drop requires additional energy to maintain the same potential for work being done downstream. Therefore, ongoing maintenance of the dryer system is mandatory. It is not unusual to observe pressure drops of over an additional 10□psig in some systems. This should be remedied much earlier to prevent this level of additional pressure drop from occurring.

1.1.4 Compressed Air System Integrity

This refers to the general design and operation of the air system as a whole, which involves areas such as: the leakage of the system, the design of the air distribution system, and the storage capacity of the system.

Air Leakage:

Air leakage is a concern in most plant air distribution systems. This is of specific concern in the solid and composite wood sector plants because of the rugged demands put on the system and the nature of the operating environment. Vibration and physical damage is always a concern in these industries, along with the contamination level in the atmospheric air in the form of dust and "dirt". These cause fittings to leak and components to wear. The dirt and dust cause internal wear in sliding components along with damaging seals in air cylinders.

Realistically, leakage would be impractical to eliminate totally — it must be managed. Wear of moving and sliding components inside the pneumatic components is inevitable. However, this can be minimized. Experience in the wood industry has shown that leak management is a significant problem using up to anywhere from 10% of the compressor system capacity to 50% in extreme cases. One mill was observed to have a leakage level that required two of its five compressors on just to keep up with the system leakage. The industry generally looks at a 15% leakage to be a realistic target, though some mills have managed to reduce the leakage to 10%. Therefore, existing applications should manage their leakage to maintain a maximum 15% leak level. Most mills generally are in excess of this level. Most of the utility companies have some sort of compressed air conservation program where there are incentives for leak reduction. B.C. Hydro initiated a leak reduction program where a simple, but effective, orifice-type flow meter was supplied to the mill (an Airflow Energy LP07-type of flow meter) for systematic and regular monitoring of leaks under the condition that a leak reduction program was to be implemented by the mill.

Design of the Air Distribution System:

The piping distribution system must be designed properly to achieve efficient compressed air utilization. Line sizing is important to minimize pressure drops. A target for the system pressure drop should be not more than 2-3 psig in the distribution system. High pressure drops equate to additional energy requirements, and often are manifested as an apparent shortage of air or pressure. Distribution systems should ideally be of the "loop"-type header system to provide the most energy and cost effective type of system, especially in highly cyclic and extreme peaking of air requirements.

System Storage Capacity:

The level of compressed air storage in the distribution system can affect the system's operation. An inadequate storage capacity will mean that more up-front compressor capacity will be required to provide air for the short term peak requirements. Otherwise, there will be a noticeable pressure reduction at the end user, which may not provide the necessary power, or it may manifest itself as insufficient air volume causing significant slow down of an operation. By adding sufficient air receiver/reservoir capacity the air stored at high pressure in these receivers will be used at lower pressure. Air removed at lower pressure removes less air than air removed from the receiver at higher pressures. This can be further refined by adding a discharge air pressure regulator to allow only a certain air pressure to flow downstream (before doing this the system dynamics should be examined).

1.1.5 Compressed Air Utilization

The end use requirements for compressed air ultimately dictate the selection and sizing of all components of the compressed air system. If the end use requirement can be legitimately reduced, due to more efficient and effective methods, it will impact the air production and the preparation systems. In some cases, it may mean that a compressor(s) can be taken off line and reduce the moisture load on the air dryers — resulting in reduced energy requirements.

The two major areas of air utilization are:

(a) during the production process; and
(b) for non-production uses.

These non-production uses are, for example, air used for equipment blowdown, area clean-up, air tools and even for providing air pressure to keep the fire protection dry pipe valve systems charged up. If the fire protection system uses the main plant air system for its pressurization, it generally means that the main air system must be pressurized with at least one compressor on even in the off shifts.

Air Utilization: Production

The main uses of compressed air during production are typically as follows:

- Air cylinders for loaders, sweeps, kickers, gates, lifts, etc.;
- Tensioning or cushioning devices in the form of air bags/strokes;
- Air jets for keeping photocells and other optical electronic devices clear of dust and debris;
- Air jets used to prevent accumulation of dust on chutes and for cleaning conveyor belting; and
- Occasional use of air motors for agitators in anti-stain fluid tanks and for pumps in lubrication systems.

The application of air cylinders for kickers and lifts of various types in the wood products industry present a number of challenges for efficient air utilization. As a rule, the mass of

the logs or lumber is not uniform and can often vary significantly. Therefore, the mechanical device (kickers, sweeps, etc.) must be designed to hand'e the full range of work pieces coming to it. Consequently, the force requirements vary proportionately. To provide the necessary power, the air cylinders are sized to handle the heaviest work piece at a design pressure 10 to 20% less then the system pressure. This ensures that the power will be there to move the heaviest piece. However, when pieces are smaller than maximum or at higher line pressures than the design pressure, there is excess energy available. In compressed air, if there is more stored energy available then required, the available energy will be dissipated in the equipment (kicker, sweep, etc.) whether it is required or not. This excess energy will be manifested by faster acceleration and speeds than necessary. This excess speed is then controlled by the use of flow controls.

From an energy efficiency perspective, pressure regulation should be utilized to only provide what is required to handle the "worst case" that needs to be handled. The differential between this working pressure and the system pressure remains in the distribution system as stored energy. Often, the air cylinders are sized larger than required to move the work piece to withstand the physical abuse. In these cases, the actual required pressure may be significantly less then the system pressure.

Another variation to this type of application is that, in many cases, the high forces are required in only one direction of the cylinder actuation. Equipment such as kickers and sweeps generally require the high force to move the log/lumber in one direction while the return stroke only requires the force to return the moving part of the equipment to its original position. This return stroke would then require less pressure to operate. Therefore, a dual pressure system is often appropriate for these applications where one pressure is available to the cylinder in one direction and a second lower pressure is applied in the opposite direction. The lower pressure in the opposite direction can reduce air requirement by up to 25% for a particular operation. This becomes significant in a large cylinder or high cycling application.

In some cases when the cylinder applies force in the vertical direction, the kicker or lift mechanism has sufficient weight to return to the original position by gravity. In some of these cases it may be appropriate to have the compressed air applied in the lifting direction and remove the air for the down stroke. This would duplicate the action of an "air bag"-type of application which is a single acting system. The elimination of the compressed air on the return stroke results in significant air reduction.

In applications where compressed air is used to keep optical sensing devices clear of dust and debris, alternative or more efficient technology can be employed. A common practice is to run a small 1/4 to 3/8" air line, with a manual shut off valve and with or without pressure regulation, to a optical device and leave the air jet on continuously. This can be seen frequently for photocells and some variations of simple scanners. There is current available technology that employs a variation of the vortex technology that require an order of magnitude, less compressed air, to accomplish the same purpose. To make this more efficient, the air jet can be put on a timed solenoid valve and pulsed as required.

Where line pressure air jets are used to keep chuting or conveyor belting clean, there are appropriate situations where the above vortex technology can be applied and air use greatly reduced. In the case of the belt cleaner application, an alternative method can result in significant energy savings. For example, a low pressure blower can be used instead of compressed air which may result in up to 75% of the energy being saved.

Air Utilization: Non Production Uses:

Some of the major uses of compressed air in non-production applications are for equipment clean-up/blow downs and air tools along with pressurization of the fire protection system. Again, in some applications for clean-up the vortex nozzle technology can be applied for energy savings. When a fire protection system is pressurized from the main plant air system, it generally means that the mill keeps at least one compressor running continuously. This takes place both when the mill is operating and when it is not operating, even on weekends and holidays. Since every air system has leaks, the compressor that is running must provide at least enough energy to keep the system pressured-up in spite of the leaks. This usually means that at any given time on the off-shift the compressor that is running is drawing a significant percentage of full load horsepower just by keeping up with the leaks to provide pressure to the fire protection system. Often, in a plant that may typically have a 150 horsepower compressor running on the off shifts, the compressor may be drawing 125 horsepower due to the modulating feature of the compressor control. A solution to this has been to install small compressors (3/4 to 2 HP range) dedicated to the dry pipe valves, which allow the compressors to be shutdown completely on the off shifts.

1.1.6 Alternative Energy Sources for Compressed Air Applications

In some applications for compressed air the use of alternative power sources may be appropriate, cost effective and provide superior performance. One such potential alternative is the use of hydraulics instead of compressed air. Typically, a hydraulic system may be 65 to 85% efficient where a compressed air application may be in the magnitude of 15% efficient since a major part of the input energy to a compressor is lost as the heat of compression.

1.2 Hydraulic Systems

Hydraulic power systems are becoming common place in the solid wood and composite wood industry. Power transmission devices that were previously energized by electric drives and linear motions that were done through air cylinders have been increasingly replaced with hydraulic systems. Initially, the hydraulic systems were generally dedicated systems, i.e. one pump unit to one hydraulic motor. However, the current practice is to power multiple hydraulic motors and/or hydraulic cylinders from a single pumping system (hydraulic power unit).

Another significant area using hydraulics in the wood industry is in linear positioning. What was done earlier with compound stacked air cylinders of discrete increments is now being replaced with servo valve technology borrowed from the aircraft industry. This technology is now common place in sawmills for positioning saws, chipping heads, prepositioning tables, etc. In some instances, plants have attempted to duplicate the design philosophy behind a compressed air system by having multiple hydraulic pumping units pressuring up a hydraulic header system and supplying oil to multiple hydraulic motors and cylinders on demand. Some of these practices, though efficient in certain contexts, may not be an energy efficient alternative in the highly cyclic and variable loading conditions found in the wood products sector.

The following is a brief description of the applications and types of hydraulic systems commonly used in the context of the solid wood and composite wood sector and the opportunities for energy reduction. This does not exhaust the available technology but is descriptive of where the industry is in general. For a more comprehensive treatment of hydraulic systems and energy efficiency

opportunities refer to Appendix E - "A General Background to Efficiency of Industrial Hydraulic Systems" prepared by Carroll-Hatch (International) Ltd. for the B.C. Hydro Power Smart Program, contained in the source publication of this report.

1.3 General Materials Handling

General materials handling applications in the solid wood and composite wood sector involve the utilization of hydraulic fluid power, both for rotary motion (hydraulic motors) and linear motion (hydraulic cylinders).

In sawmilling, plywood and OSB applications hydraulic motors are frequently used to drive conveyors and multiple chain transfer decks. The log handling functions often are powered with hydraulics. Log conveyors and log transfer decks, because their high shock fluctuating loads and frequent stop-start requirements, tend to be good applications for hydraulics. In certain sawmilling applications for lumber handling (where there are highly fluctuating loads, frequent stop-start and variable speed requirements) hydraulic motors are being used as well.

For linear motion applications hydraulic cylinders are beginning to replace compressed air cylinders for equipment such as log kicker arms and log stop and loaders. Some of what were traditional compressed air applications are now being done with hydraulic cylinders, especially in some of the extreme cold weather and extreme high load applications.

Though occasionally hydraulic systems are being used "just out of preference" instead of for tangible reasons, hydraulics generally are being applied for valid reasons.

Conditions that would be better served by hydraulic motors are those applications that are characterized by high shock overloading, wide fluctuations in loading, frequent stop-starting and reversing and speed variation with the above conditions. These types of applications would create acute demands on many electro-mechanical drive systems causing electric motor burn-out or premature mechanical failure unless the drive was grossly oversized.

Some typical hydraulics applications are in the log handling area:

- Log infeed decks;
- Log infeed conveyors to bucking and debarking operations;
- Log storage decks; and
- Log singulator and unscramblers.

Often, hydraulics for log handling systems and multiple drives are integrated in one power unit, resulting in lower connected horsepower because of shared loading. (However, if the system is not designed with energy efficiency in mind, there could be significant energy wasted.)

In the lumber handling area:

- Lumber unscramblers;
- Highly loaded lumber transfers;
- Lumber indexing transfers; and
- Lumber sorters and lumber package handling equipment.

These appear where loads are high and operation is frequently stop-start.

Conditions that are often served by the use of hydraulic cylinders are applications that are subject to high loads and extreme cold temperatures. In many large log applications, the forces required to "kick", "sweep", or "rotate" the large logs exceed the forces that can be generated by the maximum diameter air cylinder sizes commonly available.

Coastal operations that traditionally had been operated by the "old steam" cylinders are frequently being converted to hydraulic cylinders.

In some of the northern interior mills, hydraulic cylinders are replacing compressed air cylinders because of the extreme winter cold causing air cylinder freeze-ups. These cold weather hydraulic applications have their own set of challenges.

Other applications where hydraulic cylinders are replacing air cylinders occur when accuracy in speed control is required. Since hydraulic cylinder speed is dependent on pumping volume or flow control setting, accurate speed variation can be attained quite simply — unlike the limitations of compressed air.

However, since the energy conversion efficiency from electrical energy to hydraulic energy is much higher than conversion to compressed air energy, serious consideration should be given to hydraulic cylinders where it is practical and does not jeopardize the performance required.

1.3.1 Major Machine Control

A significant percentage of wood manufacturing hydraulics are dedicated to OEM machine control. Major sawmill, plywood and composite board equipment frequently come as a package with their own sophisticated hydraulic systems. For example in the composite board industry, board presses are designed with large complex hydraulic systems, while in the sawmilling sector the canter systems and edger systems generally all come with their own hydraulic systems. Often these are dedicated systems and require specific rigid performance requirements.

However, since the machinery industry is very competitive, often the design and supply of the hydraulics have been based on low bid with little concern for system energy efficiency. There is a significant opportunity to alert the users to consider energy efficiency alternatives in the design of systems and in the selection of more efficient components.

1.3.2 Servo Hydraulics

Servo technology from the aircraft industry has had a significant impact in the wood manufacturing industry. In the last decade, servo valves have been used extensively to achieve fast, precision control of cylinders or motors and have been used in extremely close tolerance applications such as setting edger saws, plywood lathes as well as in applications having medium tolerance requirements.

However, for a servo valve to satisfactorily perform to its rated specifications, there must be approximately 1000 psi pressure drop across the valve, which translates into a high heat loss across the valve (consequently horsepower). With the advanced technology and availability of reliable proportional valve technology, which operate at approximately 300 psi drop across the valve, there are opportunities for energy savings in many applications by using proportional valves instead of servo valves. This is especially true in cases where fine precision is not required.
Most modern sawmills will have many servo systems and older mill retrofits/modernizations generally involve the addition of some servo valve applications.

1.3.3 Energy Conservation Opportunities

To determine the energy reduction opportunities in hydraulic systems in wood manufacturing plants, a variety of factors need to be considered and understood. It is important to clearly define the performance requirements of the piece of equipment, the nature of the loads imposed on the hydraulic system, as well as the frequency and the variability of the load over a fixed time period (along with an appreciation for the types of hydraulics systems commonly used for those applications). From this the potential for improvement can be demonstrated.

1.3.4 Specific Types and Nature of Application Using Hydraulics

In mills where hydraulics are used they will generally be found performing functions such as driving conveyors, transfer chains, hoists or rollers as well as for operating arms, bars or paddles that push, sweep or kick logs or lumber from one location to another. Some sample hydraulic circuits can be found in Appendix F of the source publication of this report.

Conveyors, transfer chains and roller drives are applications that generally have highly fluctuating loads and frequent stopping and starting. Often this loading will see severe load spikes when logs or lumber are dropped onto the conveyor, when logs or lumber get jammed up or when the conveyors start up under full load and the inertia has to be overcome. In some cases, there is a need for speed variation. These operating requirements are generally the rule and not the exception, thus the hydraulics must be able to handle this.

There is no one type of hydraulic system that is commonly used for these applications. In many older mills this type of application may have a fixed displacement pump controlled with a flow control and an open centre control valve that bleeds off the excess oil volume through a flow control/divider. When the drive is not operating, low pressure oil is pumped back to the tank through the open centre of the control valve. A large number of these applications would now have a pressure compensated pump with an on/off directional control valve that pumps oil at a fixed pressure setting and delivers oil only as required. A few systems would have an additional load sensing control on the pressure compensated pump which not only delivers the flow necessary, but also provides only the pressure required up to a maximum pressure setting. Another type of system, if speed variation is required while operating, is the hydrostatic system. This is a closed loop system and the volume control of the pump is varied from a controller signal as required. This system provides only the pressure necessary.

Kickers, sweeps, loaders, gates and lifts are applications where logs or lumber must be moved, usually one at a time, from a transfer chain to a conveyor, conveyor to conveyor, conveyor to transfer chain, pushing onto a storage deck, loading into a machine or lifting gates, stops or rollers. Again, these loads may vary significantly for any given application, especially in log handling where most often logs are processed at random diameters, lengths and even moisture contents vary significantly. When this type of handling is used for lumber, the lumber sizes may be more uniform, but again depending on the specific function (e.g. kicking boards behind a bandmill headrig) the boards may vary greatly in size. This loading is not continuous since the action is only required when a log or lumber requires discharging. These applications would use hydraulic cylinders (pistons).

Again there is no one type of hydraulic system that is commonly used for these applications.

In many older applications fixed displacement pumps were used with open centre control valves where the oil flowed at low pressure through the open centre of the valve and back to the tank when the action was not needed. In some very inefficient circuits, the excess flow or flow when the actuator was not being used would be sent over a relief valve to tank. More recently these circuits have been designed with pressure compensated pumps with or without load sensing.

In both this case, and the conveyor, transfer, roller drive cases, often the hydraulic system has one pumping system supplying oil to a number of hydraulic motors or cylinders. Many times it is a mixture of motors and cylinders. Often the actuators do not act at the same time and the maximum and average pressure requirements vary significantly. From the energy perspective, this causes concern since if a pressure compensated pump is used, then whenever oil is required, the pump will always deliver oil at the maximum pressure setting.

Major equipment feed rollers, chains and roll lifts have varying load sizes, though generally these major machines are not constantly stopped and started. However, since these machines process single logs, cants or boards one at a time, unless the pieces are "ribbon fed" (i.e. are right after another "butted up" end to end), there will be a period of time when only the chain or rollers are driven.

These systems can be driven with the same variety of hydraulic systems mentioned in the previous category.

1.3.5 Linear Positioning (Servo-Hydraulics)

With the increasing production levels, and the need for more accurate cutting of the wood, linear positioning has become increasingly more significant, especially in the setting of saws to the right width locations or positioning the work piece in the right orientation to optimize the recovery of lumber out of the work piece. In the past these functions were done manually or with a combination of air cylinders. However, this is increasingly being done with servo valves and, more recently with the technology advance, proportional valves. In these applications, saws are being set or lumber is being oriented one piece at a time. Therefore, the use is not continuous. The average loading for these is generally constant, since only saws or locating arms are being moved rather than the work piece, with the noticeable exception of the linear positioners for setting the log orientation on the log carriage feeding the bandmill headrig. On each of these systems there is generally multiple positioning cylinders that operate off a single pumping system.

The types of hydraulic system most often used in these applications are pressure-compensated pumps with servo valves and linear positioning cylinders with a linear transducer to provide feedback of locations to the servo valve. These servo valves use very small orifices to achieve the performance accuracy characteristics which require, generally in the neighbourhood of a 1000 psi pressure drop across the valve. This pressure drop constitutes energy loss as heat. In contrast to this proportional valves are increasing in popularity because of its lower capital cost and greater tolerance to contamination. Also they require a significantly lower pressure drop across the valve to achieve its performance specifications.

1.3.6 Opportunities for Energy Savings

The opportunities for energy savings in these types of applications are two-fold. The first is to consider the use of efficient components such as more efficient pump designs, valving design, motor designs or pump control design. The other opportunity comes from the design of the hydraulic circuit itself, especially if multiple functions are being performed by a single pump. Along with this is the optimization of the efficient components with the hydraulic circuit.

The most efficient system would ideally be the most efficient pump pumping oil through the most efficient valve driving the most efficient motor or cylinders with only the pressure necessary and only when necessary. However, since normal applications in the wood products industry are not like that, because of cost or operational restrictions, other alternatives are considered.

For conveyor drives where speed variation is required, if it is a single function system then a hydrostatic transmission in a closed loop system would be a more efficient system as compared to a pressure-compensated pump with a proportional flow control. In this latter case the pump would always deliver at a maximum pressure setting including losses through the proportional flow control.

In these drives or linear cylinders, where speed variation is not required and multiple functions are being served by a single pump, the common practice of feeding them with a pressure-compensated pump can be very energy intensive. When this system is used whenever oil is being pumped it is always delivered at the pressure compensator setting which is the maximum pressure setting that the pump must deliver to service the highest pressure requirement imposed on it. Therefore, if the maximum setting is at 2000 psig and the average pressure requirement is 1000 psig, there is approximately a 50% reduction in energy required, but the pump will still develop 100% of the energy requirement and lose the 50% not doing work as pressure drop across a flow control or valve creating heat. If only one of the functions requires the maximum pressure and the rest require only 15-25%, again the pump would deliver oil at the maximum pressure setting therefore wasting significant energy.

This can be made more efficient by:

- Segregating functions into similar pressure requirements if they are continuous requirements being serviced. Each of these pressure categories would have its own pressure compensated pump. If the pressure requirements were not continuous then the pump should have load sensing added to it.

- Isolating each function with its own pumping system. With a properly sized fixed displacement pump for each system only the pressure required for each function would be provided. This will generally be more cost intensive.

- Adding a load sensing control to the pressure-compensated pump with appropriate feed back valving will provide only the maximum pressure and the volume needed by all the actuators at any given condition. This is not as efficient as the other two options but more efficient than the initial case.

In cases when linear positioning is required, there are significant opportunities for energy use reduction by considering the use of proportional valve technology if its performance is acceptable for the applications. The proportional valve not only requires less pressure drop but it does not require as fine an absolute filtration such that oil cleanliness and filter pressure drop are not as significant.

The opportunities for energy improvement in these systems are very site and application specific and each must be assessed in its particular context. Therefore, to generalize on typical savings may often be no more than a gross generalization.

1.4 Fans

Fans are essentially pumps used to move gases of all types, with the most common gas being air. The fan moves the air by creating a higher pressure at the fan's outlet than at its inlet. This difference in pressure is referred to as the delta P or ΔP. The fan impeller not only imparts a static pressure (or potential energy) to the air, but since the air is made to move through the fan it also imparts a velocity pressure (kinetic energy) to the air.

Most fans are powered by electric motors. The power that the motor must supply equals the work done to force the air through the fan, plus the friction losses. This heat from friction is also generated in the fan's bearings and the drive system between the motor and the fan. In order to minimize the electrical power used to drive the fan, a fan and its system must be chosen that has the least losses.

As noted previously in this report, fans and blowers offer by far the largest potential energy savings in wood products plants. One of the major reasons for the large potential is that fans and blowers tend to operate continuously and also tend to draw a high percentage of the connected motor kW capacity (or nameplate horsepower), all-the-time. This contrasts, for example, with a mill conveyor which on average uses a small percentage of its connected kW since its motor kW capacity is chosen to ensure the conveyor can start up (overcoming static friction) when the conveyor is totally overloaded. Also when there is little material on the conveyor it needs very little energy.

Firstly, axial fans (or "propeller" fans). These fans have a much lower capital cost than centrifugal fans but are very limited in the ΔP they can create, usually less than 51mm of water column (w.c.) pressure (2-inch w.c.). By far the greatest connect kW of axial fan capacity is in lumber dry kilns and some veneer dryers (rotary dryers, flash tube dryers and many veneer dryers utilize centrifugal fans).

These axial fans, installed in lumber dry kilns, circulate the internal heated air/vapour through the stickered spaces between courses of lumber. This circulation brings heat to the lumber for the evaporation of water and creates the velocity to pick up the resulting water vapour from the lumber surface and carry it away. Exactly the same drying process takes place in a veneer dryer. One large kiln will often have 120 HP (90 kW) of connected motor capacity driving its axial circulation fans, and one mill will have from one to seven large kilns.

There are two major areas where energy conservation can be made:

- Fan wheel design; and
- Adjustable speed drives (ASD).

The kiln circulation fans are somewhat special in their design, because the direction of circulation must reverse periodically to ensure uniform drying throughout the kiln. It is desirable that the fans be equally efficient in either direction of rotation. Great advances in kiln fan wheel design have taken place since 1972 by such companies as Aerovent, Hartzell and Smithco. Many kilns have fan wheels of very old design or, alternatively, fan wheels designed for flow in one direction only with the reverse direction resulting in sub-optimal efficiency.

So a sizeable efficiency improvement can be achieved by changing the fan wheels to a newer, more efficient design. This change almost always includes the speeding up of fan rotation and may require a change in bearings. This change can reduce the electrical energy required by up to 40%.

The second area of savings is through the installation of adjustable speed drives on the fan drive motor(s). This usually comprises a solid state, variable frequency converter (maintaining the existing alternating current motor).

The reason that energy savings are available from this technology, is that the circulating velocity within the kiln need not be maintained at its highest level throughout the drying cycle. To explain, wood dries according to a "drying curve" (not a straight line). Each species has a particular curve. The drying rate is highest at the beginning when the wood is wettest. At that time, the kiln requires the most heat to be delivered by the circulating air/vapour flow and the most vapour "take away" capacity. The drying rate decreases as the wood becomes dryer and so the circulation rate can be decreased accordingly.

The power required to drive a fan in a circulation system varies approximately with the cube of the circulation flow rate. So when this flow rate is decreased, as the wood dries, then the fan drive electrical energy decreases greatly.

Many evaluations show that the electrical energy overall can be reduced by 40% through the judicious use of an ASD on the kiln circulation fans.

1.4.1 Centrifugal Fans

Many centrifugal fans are used around the mill site for such things as:

- Low pressure air convey.
- Machine centre dust take-away systems.
- Combustion air for fuel oil, natural gas or residue wood-fuelled furnaces heating: boilers, thermal fluid heaters, direct-fired dry kilns and veneer dryers, etc.
- Induced air fans on boilers, thermal fluid heaters, hot water heaters, rotary dryers, flash tube dryers, etc.
- Recirculation fans on direct-fired kilns, veneer dryers, rotary dryers, etc.
- Negative draft for veneer stackers.
- Emission abatement control equipment cleaning (e.g. automatic bag cleaning in a bag house).
- Induced draft (ID) fan(s) on fume cleanup equipment (e.g. ID fan(s) on wet or dry electrostatic precipitators, electrified gravel bed scrubbers, fan wheel scrubbers, etc.).

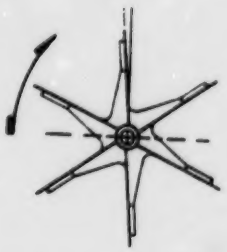
There are many methods of reducing energy requirements of centrifugal fans, e.g.:

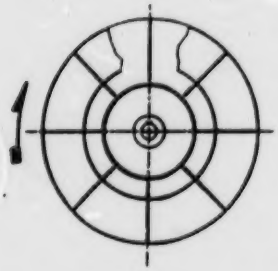
- More efficient fan design;
- Reduced flow rate requirement; and
- Reduced losses in fan system (less loss in ducts, elbows, heat exchangers, orifices, etc.).

Regarding fan design, there are several basic fan wheel designs (see Figure 2):

- Radial blades;
- Backwardly inclined blades or backwardly curved blades;
- Air foil blades; and
- Forward curved blades (not applicable to industrial applications).

Most of the fans installed in wood products mills are radial blade fans. They are simplest and cheapest, but the least efficient. Where there is a heavy load of dust passing through the fan, a radial blade fan is required. The key is to utilize as efficient a radial bladed fan as possible.

RADIAL BLADED (OPEN RADIAL BLADED) . . . . . 

RADIAL BLADED (RADIAL SHROUDED) . . . . . 

BACKWARDLY INCLINED . . . . .

BACKWARDLY CURVED . . . . .

AIR FOIL . . . . .

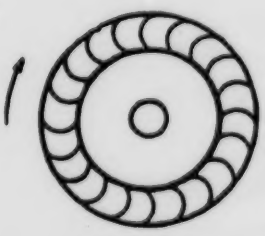
FORWARD CURVED . . . . . 

FIGURE 1: CENTRIFUGAL FANS

The two basic styles of radial bladed fans are:

- Open radial bladed; and
- Radial shrouded.

Often the fan will be an open radial blade fan which is very rugged, but not very efficient. The fan wheel comprises a large cast spider centred on the centre-line of the blades. The air must pass into, over and along this spider with great losses along the way. These fan systems have been instrumented in mills and shown static efficiencies as low as 45%. Normally, they are 50-55% efficient with a maximum "published" static efficiency of 66%.

The radial shrouded fan is much more efficient and, if properly built, will handle heavy dust loads. Its published efficiency is up to 72%, although this is rather optimistic.

Where dust loads are light or non-existent, then a backwardly inclined or backwardly curved fan is a very good choice for a heavy-duty industrial fan with efficiencies up to 82%.
The airfoil fan produces the best efficiency, to 90%, but is not tolerant to dust loadings or to abrasive conditions. Also it is very difficult to repair or rebuild in a wood products mill environment.

The backward inclined fan is perhaps the best compromise between efficiency, rugged design, dust tolerance and ease of maintenance.

1.5 Air Conveying Systems

1.5.1 High Pressure Air Conveying Systems

Hundreds of this class of air convey system are found in wood products manufacturing plants. Sometimes, a mill will have as many as four, or even five, of this type of convey systems. These are always used when the convey distance is relatively long, say, 200 ft. to 1,000 ft. These systems are used to convey:

- Green sawdust;
- Planer shavings/sawdust;
- Hog fuel;
- Sander dust;
- Pulp chips; and
- Chip fines (following the chip screens).

The basic layout of a high pressure air convey system is shown in Figure 2.

Air convey systems are high energy users. The blowers use power to not only convey the material, but to move great quantities of air. More power is used to move the air than the material, although the high pressure/low volume air convey system is much more efficient than the low pressure system (discussed below).

Energy savings are achieved in either system by:

- Reducing the air pressure against which the blower or fan must work;
- Reducing the volume of air moved per unit time (flow rate) (reducing the m^3/s or cfm);
- Installing more efficient blowers or fans; or
- Redesigning the air convey system to reduce losses.

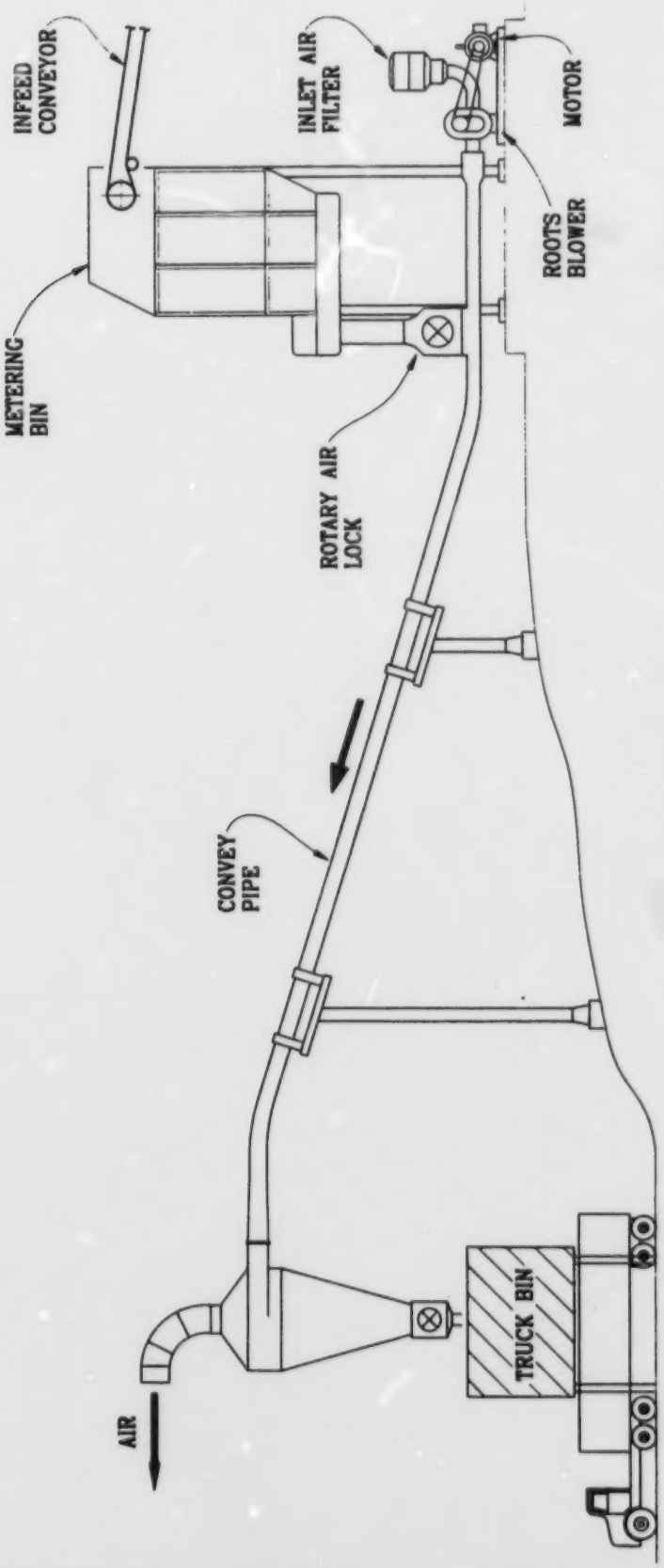


FIGURE 2: – CROSS SECTION OF A HIGH PRESSURE AIR CONVEY SYSTEM

If the flow rate of air can be reduced, then the power required decreases at a rate proportional to the flow rate reduction cubed (all other things remaining constant). It is easy to see that even a small reduction in flow rate will provide a sizeable reduction in energy use.

An analysis of the system to determine potential energy savings can be performed step-by-step:

- Determine weight of material being conveyed per unit time.
- Determine the relative material surge rates.
- Determine the volume of air being pumped by the blower (m^3/s).
- Determine the pressure against which the blower is working.
- As a check, measure the Amps and Volts on each phase to the blower drive motor.
- Measure the pipe diameter and calculate the air velocity.
- From the type of material being conveyed determine whether the weight of convey air per kilogram of material is appropriate. If it is markedly higher than required, then either the blower should be slowed down (usually very easy) and, if necessary, consideration should be made as to reducing the air convey pipe size. Before slowing down the blower a check must be made to ensure that the pipe velocity will not be lower than the sedimentation velocity of the particular material being conveyed.

Often the flow rate is higher than required. This is often because the estimate of material to be conveyed before start-up was "conservative" or, in other words, the system was "over designed" to take care of unforeseen variables. An analysis at a later date usually provides the opportunity to save energy.

If there are relatively sizeable surges, with the maximum rate being, say, 2.5 times the average rate (not uncommon in a wood products mill) and if there is no metering bin (see Figure 2) then the air convey system will be approximately twice the size it should be (some excess capacity over "average" must be maintained). The installation of a metering bin will allow for a very sizeable reduction in energy consumption.

One interesting energy saving opportunity exists at many mills which load the pulp chips into railroad gondola cars. Almost universally the loading system incorporates a high pressure/low volume air convey system where the chips emit from the end of the pipe right into the car. The pipe end is mounted from a gantry straddling over the car. The end of the pipe wig-wags back and forth as the car is loaded; with the car also moving along as it fills. The chip velocity packs the chips tightly into the car, increasing the weight of chips considerably, say by a factor of 50%. Since the cost to transport a car of chips from the wood products mill to the pulp mill is based on a price-per-car, the more chips packed into each car the lower the transportation cost. However, as discussed above, the air convey method is a high energy consumer.

An alternative method is to utilize mechanical-type conveyors (belt, chain, flight, etc.) to convey the chips, and then to utilize an adjustable flinger system hung from the gantry to pack the chips into the car. Depending on the distance from the source of the chips in the mill (the chipper or chip screen) to the car loading site, the energy required by the latter system would be one-fifth to one-tenth the energy required by the air convey system. Instead of, say, 400 connected horsepower, the latter might have 60 HP and operate at a lower percentage of nameplate motor capacity as well.

Another interesting energy saving opportunity is to use an innovative air convey system which moves the material through the pipe in slugs of material, much like pushing successive pistons (slugs) along the pipe. This system completely eliminates the need for great quantities of air, and the necessary energy, because there is no need to ensure that the velocity is higher at all times than the sedimentation velocity of the heaviest particle in the material being conveyed.

This system was developed at British Columbia Research (UBC Campus) under contracts from the Federal Government of Canada.

The energy savings associated with this system will again be dependent on the distance to be conveyed, the weight per hour of material, the type of materia! and the characteristics of the present system. However, the energy savings would range from 50-80%.

An added advantage of this system is the absence of a cyclone or any other separation device at the end of the convey pipe. This exclusion eliminates the energy loss, maintenance cost and emissions associated with these devices. The end of the pipe can simply protrude through the top of the end wall of the destination bin. The slugs simply emit from the pipe and drop into the bin. The very small quantity of air between each slug is simply vented from the bin.

1.5.2 Low Pressure Air Conveying Systems

The low pressure air convey system uses a centrifugal fan (see Figure 3). The traditional design would utilize an open radial bladed fan of very low static efficiency (The material to be conveyed would pass through the fan, thence along a duct to the destination where the material would be separated from the convey air in a cyclone (or more recently, in a bag house; or a combination of the two).

Since the material passes through the fan, a radial bladed fan is required.

Reductions in electrical energy can be achieved as described under "fans" above. However, since this type of air convey system in wood products mills is so often used to extract sawdust, shavings and other residues from processing machines (such as saws, planers, sanders, etc.) and then conveying this residue to a truck bin, or a fuel storage silo or an incinerator, it will be covered in more detail.

The first big opportunity for power reduction is a new, much higher efficiency fan from, say, a very normal radial bladed fan at 50% static efficiency to a backwardly inclined fan at 80% — for an energy reduction of 38%. This is not achieved by simply replacing the fan with the new high efficiency fan because the new fan will not be tolerant of a high dust loading. The convey system must be altered, somewhat, to a "clean fan" arrangement where the fan is located downstream of the cyclone (or other) separator (see Figure 3). This arrangement is perfectly acceptable and can be observed in operating mills.

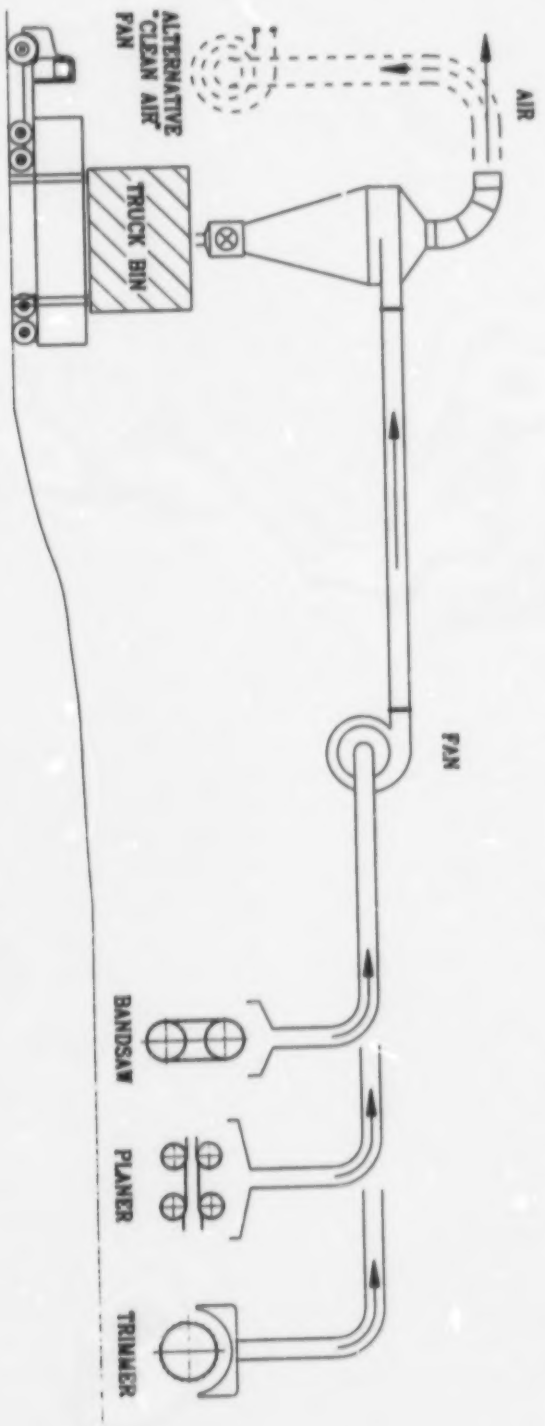


FIGURE 3: – CROSS SECTION OF A LOW PRESSURE AIR CONVEY SYSTEM

The second area of energy conservation is the reduction in air flow rate (m^3/s or cfm). Again, a small reduction in flow rate provides a large energy savings as explained above. Often the air volume flow rate is much higher than required to transport the material at its maximum delivery rate. In addition, the velocity through the ducting is often far higher than the sedimentation rate of the material. Then the flow rate can be reduced.

Where a reduction in flow rate will curtail the ability of the air flowing into the hoods to capture or "pick-up" the material, the hood must be altered to increase the velocity therein (and to increase the ΔP required of the fan). This alteration will reduce the amount of energy savings from the change in flow rate, but the overall result will still be a sizeable energy reduction.

Another opportunity for power savings is at the separator or collector; often a cyclone. Typical cyclones at wood products mills will have a ΔP against which the fan must push (or pull) of 38mm w.c. (11/2 in. w.c.) to 152mm w.c. (6 in. w.c.). There is no guarantee that high ΔP cyclones have a better collection efficiency than a low ΔP cyclones. The key is that the cyclone is the correct size and configuration to meet air quantity requirements at minimum ΔP. However, a rather simplistic cyclone evaluation should be conducted on the cyclone since often cyclones are creating more _P than they need to. The inlet should be smooth, entering the cyclone with no obstruction or needles orifice. The inside should be smooth (not full of dents and/or wear plates with protruding ends, or bindicators protruding into the lower cone). All these deficiencies can be fixed very easily and will reduce ΔP and will reduce fan kW draw (and will reduce particulate carry-overs as well).

The easiest power saving can be made by determining the quantity of air being drawn into the system from leaks in the ducting. Practically every system in every mill has leaks. It is obvious that the system does the job with the leaks (or the leaks would have been fixed). So to save energy, the leaks should be fixed and the fan flow rate reduced to maintain the flow rate at the same rate that it was drawing before the leaks were fixed.

With regard to fan wheel replacement, a rather attractive concept for a dramatic reduction in fan energy would be to simply replace the existing fan wheel with a more efficient wheel, in the same casing. So far this has never proved feasible. The fan wheel must "match" its casing and it seems that newer, more efficient fan wheels do not "match" older, existing casings. It would be possible to achieve this concept if a service existed to custom design and manufacture fan wheels for existing casings. However, it is doubtful that the cost of a whole new high efficiency fan would be greater than the custom designed and manufactured fan wheel.

More applicable to the design of a new, low pressure dust take-away system is the attention that should be spent on the design of the pick-up "hoods" at the machine centres (saws, chippers, screens, conveyors, etc.). It is the sum total of the open area of these hoods multiplied by the velocity required to capture the particles that determines the ultimate size of the system and the continuous flow of energy required. The "capture" velocity is created by pulling a ΔP. Many systems operate at 250mm m.c. (10 in. w.c.) and higher. Many systems do not require this high an equivalent velocity head.

Another method of saving power on a new system is to split the system into two, or more, with those machine centres requiring higher pressure on one system and the rest on a lower pressure system or systems.

1.6 Drives

The most common method of driving equipment in industry is to utilize a combination of electric motors, flexible drives, couplings, gear reducers and roller chains.

The potential for energy conservation in equipment drives is generally applicable to solid wood and composite board industries.

1.6.1 Flexible Drives

Flexible drives are used for a speed reducing (or multiplying) connection between the motor and the gear reducer. They also dampen-out vibrating forces and absorb shock loads. The different types of flexible drives include flat belt, v-belt, timing belt and roller chain.

Flat Belt

A flat belt has an efficiency of about 98% when properly selected and installed. The efficiency of this type of drive is greatly affected by proper tensioning of the belt.

V-Belt

The efficiency ranges from 70-96%. The torque load has the largest effect on efficiency. The lower the load, the lower the efficiency. For example, at 20% design torque the efficiency could be 80% while running at close to design torque the efficiency could be upwards to 96%.

V-belt efficiency is affected greatly by proper tensioning. Tensioning should be done on a regular basis so that slipping does not occur. Slippage becomes energy lost in the form of heat.

Proper pulley selection has an effect on efficiency as well. Larger pulley diameters translate into higher efficiencies. However, centrifugal force imposes an upper limit on the diameter. As v-belt speed approaches 4200 feet per minute the centrifugal force tends to lower the force of the belt against the sheave, reducing efficiency and increasing wear.

Timing Belt

Timing belts do not rely on friction to transmit power so they are not as sensitive to proper tensioning as are v-belts and flat belts. Timing belt efficiency is around 98%. Proper alignment is important for the belt to operate over a lengthy period (say five years) without maintenance.

Roller Chains

Chain drives are commonly used as a final connection from the gear reducer to the equipment. Tensioning is not as critical as for belt drives and efficiencies could be as high as 98.9%.

Chains require proper lubrication and alignment. Proper sizing is important to minimize stretching which can cause premature sprocket wear and inefficient operation. Oversizing the chain pitch will result in increased chordal action which will contribute to vibration and noise.

1.6.2 Gear Reducers

The purpose of the speed reducer is to convert the high speed, low torque electric motor output to a low speed, high torque requirement of the equipment. The speed reduction involves moving parts in the reducer which create efficiency losses due to friction.

The types of reducers available include worm, cycloidal, planetary and helical. Each type of reducer has different efficiencies due to their inherent design.

Gear reducer diagrams are contained in Appendix H in the source publication of this report. Potential changes for energy savings are contained in Appendix B of this report.

Worm

Worm gears are a screw thread (worm) engaging a gear (wheel) at right angles. The efficiency varies greatly with the ratio of the unit. Lower ratio worm gears have higher efficiencies then high ratio worm gears. For example, a 5:1 ratio worm gear could have an efficiency as high as 94% while a 40:1 worm gear could be as low as 75%.

As with other gear reducers, the worm will operate less efficiently at loads much lower than the rated capacity. Oversizing the reducer to handle the starting torque will lower the overall efficiency.

Cycloidal

Cycloidal reducers are similar to a stationary sun gear and internal planet gear arrangement. Large reductions as high as 87:1 can be obtained with a single stage.

These reducers generally have efficiencies higher than worm gears and could be as high as 95%. As with all reducers, proper maintenance must be performed to maintain optimum efficiency.

Planetary

The planetary gear reducer has an internal "sun" which drives "planet" gears around inside a stationary outer ring. The overall efficiency of the reducer is determined by the number of stages required to achieve the desired ratio. Efficiency is around 97.5% per stage.

Helical

Helical reducer gear sets are similar to standard straight cut (or spur) gears, but with tooth faces on an angle to the shaft, thereby forming a helix. Some helical gear reducers use multiple reductions to achieve ratios similar to those of single reduction worm gears.

A well designed helical gear set can have an efficiency of 98% per stage of reduction.

1.6.3 Potential Energy Savings Opportunity

Efficient operation of drive components can mean energy savings. Proper maintenance and service are minor cost items that can potentially increase energy savings. Major changes include replacing inefficient units with more efficient ones. A detailed analysis should be performed to determine the return on investment before any major changes are made.

A major analysis of gear reducer economics vis-a-vis potential electrical energy savings showed that the value of electrical energy savings through replacing worn gear reducers of 20 HP and less with helical reducers were less than the analyzed costs. So it would be wise to concentrate on higher horsepower drives.

The table in Appendix B lists minor activities and major changes that can be done to potentially increase energy efficiency.

1.7 Motors

Most wood industries use larger motors than the average power use would necessitate. The reasons for this oversizing are as follow:

- Insurance against motor failure in critical processes;
- Ability to increase production; and
- Large load fluctuations....the motor must be able to handle the peak load.

The selection of oversized motors cause the motors to run under loaded. It is desirable to operate a motor at 75 to 100% load, which is the peak efficiency range. When a motor is operated below 75% load, the efficiency drops off considerablly (see Figure 4).

Power factors should be kept above 50%, because the power factor decreases as the load of a motor decreases see Figure 4. This decrease may cause the overall power factor of a plant to drop below 90%. In British Columbia when this happens, a surcharge is added to the power bill.

High efficiency motors have greater efficiency than standard motors due to design changes, better material and manufacturing improvements. The minimum efficiencies in Table I are often exceeded and in some cases a good deal of improvement over standard motors can be achieved.

Some utilities over the last five years have provided industry with monetary rewards when industry changes to the use of high efficiency motors. Although this program is reduced in scope today, industry has adopted these motors as a standard.

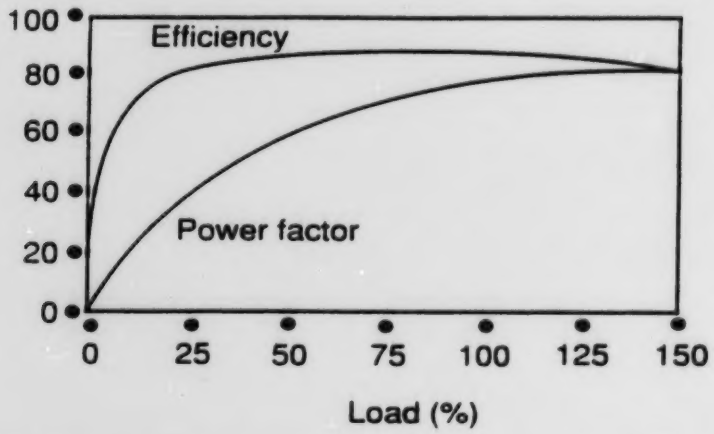


FIGURE 4: EFFICIENCY AND POWER FACTOR VS MOTOR LOAD

HP	High-Efficiency Motors Minimum Efficiency 1800 RPM (%)	1200 RPM (%)
1	80.5	80.0
1.5	80.5	82.0
2	81.5	82.5
3	83.0	84.0
5	85.0	86.0
7.5	87.0	87.0
10	87.0	88.0
15	88.5	89.0
20	90.0	89.0
25	91.0	90.5
30	91.0	91.0
40	91.5	91.5
50	92.5	91.5
60	92.5	92.0
75	93.0	92.5
100	93.0	93.0
125	93.0	93.0
150	93.5	93.5
200	94.0	94.0
250	94.5	94.5
300	95.0	95.0
400	95.0	95.0
500	95.0	95.0

TABLE 1: MINIMUM MOTOR EFFICIENCIES OF HE MOTORS

1.8 Natural Gas

The majority of wood products mills in Canada utilize natural gas fuel. This fuel is used for plant heating and in many instances for process heating, such as:

- Lumber dry kilns;
- Log conditioning for veneer, plywood and strands;
- Veneer dryers;
- Rotary dryers - particleboard, OSB; and
- Heating/drying ovens for finger jointing, paint lines, etc.

Often the main fuel is residue wood with natural gas as a stand-by fuel. On the other hand, many plants utilize their residue wood and bark to provide both space heating and process heating with some plants using natural gas as a stand-by fuel. The main reason that so many plants still use natural gas, even when they have large quantities of residue wood to dispose of, is that natural gas is a very low cost and convenient fuel. There is not a return-on-investment for the mills to install the wood burning equipment to allow conversion from natural gas to residue wood fuel.

Plant evaluations to determine when the natural gas can be used more efficiently have provided the following:

- Energy waste because the solution to heating cold areas of the mill has been solved by the simple addition of unit heaters. The philosophy here is to throw enough heat at it and it's bound to heat up to a workable temperature, rather than a proper evaluation of the problem and the design of a well laid out heat distribution system. In addition, the minimization of factors that allow the cooling of the area, such as poor door design through which raw material (such as logs, or peeler blocks) enter the mill or where product (such as packages of lumber) leave the mill. Up to one GJ/hour of energy can be wasted in areas such as these.

- Many dust extraction systems in wood products manufacturing plants draw out large quantities of air with the dust and thereafter separate the dust from the heated air after exhausting to the outside. One system alone can withdraw 5 GJ/hour of heating energy. This will be approximately double all the energy required to heat the mill (if the dust extraction system was not drawing out all the heat).

There are at least two methods that can be used to drastically reduce the heat loss; the first being far less costly than the second:

(1) Duct outside cold air to those machine centres from which the dust extraction is removing the dust and air.

(2) Planers, are usually housed in an enclosure or separate room that can be equipped with a large duct to the outside. Large low loss multi-louvered barometric dampers are included in the duct which automatically shut off when the dust extraction system is shutdown (at the time of maintenance or when the mill is not running). A unit heater can be provided in the enclosure which starts up when the dust extraction system stops so as to heat the room for the maintenance people.

It was found that most of the process heating was relatively efficient, with the lumber dry kilns being the best. Some heat could be saved where door seals and the doors themselves were leaking, but there are more powerful reasons to fix these so as to improve drying uniformity than to save heat. Regarding insulation, most insulation is sub-optimal but the small heat loss through the insulation compared to the other losses discussed, and the high cost of replacing insulation in most mills, does not provide adequate return on investment.

Veneer dryers are never as efficient in heat use as kilns, but by and large are operated in a relatively efficient manner from the heat use point of view with a large part of the dryer operating at positive pressure to reduce the tramp air being induced into the dryer (which must then be heated up and blown out the stack to the atmosphere....a direct and total loss of heat energy).

The two areas that always need attention are:

- Door seals; and
- End baffles (running on the entrance and exit rolls at each end of the dryer).

Some dryers experience excessive corrosion, especially along the bottom of the doors and the lower door sills. These simply have to be maintained to minimize the induction of tramp air (and to minimize the loss of vapour out of the dryer into the plant . . . rather than up the stack where it should go).

The areas on rotary dryers where the efficiency of heat use can be improved:

- Reduced leakage at the front drum (face) rotary seal.
- Reduced blend air or increased temperature difference (face temperature minus exit, or tail, temperature). This approach to heat savings must be evaluated against the quality of furnish drying and against the emission created by higher temperature drying. The analysis of these and other "trade offs" is quite complicated. The analysis should be performed before changing the operating parameters.
- Installing a recycle system where stack gas (vapour/air mixture) is used for blend air rather than fresh air.
- Many rotary dryers are direct-fired by residue wood burners . . . a guaranteed method of savings natural gas usage.
- Flash tube dryers would respond to many of the same improvements as described above under rotary dryers . . . except the discussion of face seal leakage, because flash tube dryers do not have a face seal.

2.0 NEW ENERGY EFFICIENCY TECHNOLOGIES

2.1 Electrical Energy Efficiency

There are technologies available that could potentially improve energy efficiency in the wood products industry. These technologies are in place in other industries and their applications could be introduced to the Canadian wood products industry in the next five to ten years.

Improvements in energy efficiency would include analyzing present equipment and plant systems such as compressed air, hydraulics and carriage drives.

2.1.1 Carriage Drives

Technology improvements have gradually changed the way the headrig log carriages have been driven. Present drives include the "gun shot" with a steam cylinder and also with pressurized water, the amplidyne motor-generator DC drive and more recent technology using a solid state AC variable frequency drive.

2.1.2 Gun Shot Steam Drive

Natural gas or other fuels are used to heat the water to steam in a boiler with the attendant efficiency loss of the boiler. The cylinders are usually sized larger than required to handle a wide range of loads, thereby requiring more steam than necessary. The exhausted steam is vented to the atmosphere which is a large wastage of heat.

2.1.3 Gun Shot Water Cylinder

An electric motor is used to drive a pump which supplies pressurized water hydraulic power to move the cylinder. In this circuit there are losses in the pumps, the piping and the valves all of which create wasted energy in the form of heat. This heat must then be removed by a water cooler and exhausted. This lost heat was originally supplied by the motor and is lost to the atmosphere.

2.1.4 Amplidyne AC/DC Drive

This type of drive utilizes an AC motor that drives a generator to convert the power to DC. This power then drives the DC motor which moves the carriage back and forth utilizing cables, cable drums and a gearbox. Efficiency losses are incurred in the entire system, including the AC motor, generator, DC motor and gearbox.

2.1.5 AC Solid State Variable Frequency Drive

This drive uses the same cable drum and gearbox, but uses an AC motor instead of a DC motor. The AC current is converted to variable frequency in a solid state convertor. The carriage speed is varied by adjusting the frequency of the current supplied to the AC motor. When the carriage is decelerated, the power is converted back into the mill power supply. This is the most efficient system and should slowly supplant the other systems in use.

2.1.6 Electric Motor-Driven Linear Actuator

A technology that has not yet found its way into the carriage drive application is the electric motor-driven linear actuator. This actuator utilizes a motor-driven, recirculating ball nut which meshes with a long rod which has a ground ball race thread.

2.1.7 Linear Motors

This system would avoid rotating equipment, with its bearings and inherent losses, all together. It would resemble the Vancouver Sky Train drive and would be absolutely simple.

2.1.8 Actuators

There are many actuators used in a wood products mill. These are usually comprised of a piston inside a cylinder with the piston rod moving axially providing the force and motion required.

Most of these cylinders are powered by compressed air, some by pressurized hydraulic fluid. The compressed air actuators are the least efficient. A great deal of motor power is required to compress air. During the compression, heat is generated which must be expelled to the atmosphere — a direct energy loss. Then the compressed air, after cylinder activation is expelled to atmosphere under pressure — another direct energy loss. This type of energy transfer is very inefficient. A more efficient system is the use of hydraulics as discussed elsewhere in this report. However, in hydraulic systems the fluid becomes over-heated and must be cooled with a direct loss of energy to the atmosphere.

A much more efficient method of achieving a forceful linear actuation would be by an electric motor powered recirculating ball actuator as described above in Section 2.1.1 - Carriage Drives. These units have found limited usage as setworks actuators in wood products plants, but should in future be used for general mill actuators with greatly improved electrical energy efficiency.

Another technology which will potentially reduce electrical energy use is the "slug"-type air convey system. This system is described under Section 1.5.1 - High Pressure Air Conveying Systems.

2.2 Natural Gas Efficiency

There are some areas of improved efficiency that do not really use new technology, but instead apply existing technology in a different manner.

One example would be mills which use natural gas-fired fluid boilers which, in turn, supply steam for plant space heating and lumber dry kiln heating (or other process heating).

It is almost invariably more energy efficient to heat the mill space or the process directly; so called direct-firing (whereas the boiler system would be called indirect-firing). The direct-firing method directs the hot combustion gasses from the burner directly into the process or heated space, thereby eliminating the efficiency loss associated with the boiler. (It also reduces the complexity of the operation, reduces the operating cost and reduces the maintenance cost.)

Another area of energy conservation is specifically associated with the operation of lumber dry kilns. Often the lumber in the kiln is pre-conditioned, at the beginning of the drying schedule, or

post-conditioned (stress relieved). The conventional way that this is accomplished is to inject live steam into the kiln. This is wasteful from the energy point-of-view since only about half of the injected steam is actually used to increase humidity — the rest vents out of the kiln and is lost. Also, the "feed water" that was supplied, chemically treated and heated, is lost and must be made up with replacement cold, fresh water.

Another problem with this system, when used for post-conditioning, is that the hot steam is introduced into an already hot kiln onto hot lumber. The condensation of this steam gives up a great deal of heat, at a time when the kiln does not need any more heat . . . The result is that the dry bulb temperature of the kiln goes up instead of down — this is not at all satisfactory.

An alternative to this system is the use of water atomizing sprays mounted on manifolds that extend through the length of the kiln. This has been tried over the years and always found "wanting". The sprays did not atomize the water thoroughly, resulting in the lumber having water stain marks on its surface. Also, water drainage was often a problem.

Recently there has been extensive research on this system, the nozzles and pressure requirement. This research has resulted in a new system using nozzles which include a target against which the water impinges, breaking it into sub-micron vapour. This new system has now been installed in kilns and is operating in a satisfactory manner. The energy required to pump the water to the nozzles is a small fraction of the natural gas energy required by the boiler for the same lumber conditioning treatment. This new system should be considered for any kiln that uses conditioning steam — it will provide energy savings and potentially a better lumber conditioning environment.

3.0 PROGRAM ASSESMENT

3.1 Electrical Energy Conservation

Almost all utilities have a power conservation program. These programs are generally broken down into these sectors:

- Residential;
- Commercial; and
- Industrial.

Wood products manufacturing mills comes under the "industrial" sector.

B.C. Hydro has one of the most active and successful programs — the Power Smart Program. As an example of its effectiveness, the annual energy savings achieved, as at December 30, 1993, were as follows:

•	Residential	340 GWh	
•	Commercial	652 GWh	
•	Industrial	321 GWh	
	TOTAL	**1,313 GWh**	**Annually**

With a total system load of 46,346 GWh the savings achieved by the end of 1993 amounted to 3% of total annual load, after only three years of effort — truly impressive.

B.C. Hydro has a plan to invest approximately $ 600 million over 20 years to reduce consumption by 5,600 GWh, or 12% of the present load.

With a fairly intimate knowledge of the activities in the wood products manufacturing sector, it is absolutely clear that the potential for electrical energy conservation has "just been scratched". However, the effort expended in the industrial sector has been small compared to the residential and commercial sector . . . as the results show.

Some industrial programs have worked very well, some not so well. As an example, the high efficiency motor program has worked very well. The purchase by mills of high efficiency motors has become almost "conventional wisdom". The major enabling circumstance of this program is that mill motors have a limited life so the mill is continuously replacing motors. The Power Smart rebate made it cheaper to buy a new high efficiency motor than to buy a standard efficiency motor. Thus the program has been extremely successful.

The same could be said for the lighting program. The technology (from the mill's point-of-view) is almost as simple as buying a particular motor (a high efficiency one). Lighting contractors will quickly provide quotes on the cost to replace the low efficiency lighting fixtures (incandescent and fluorescent) with the high efficiency ones (pressurized sodium and metal halide). The plans for replacement in various sections of the mill can be formulated with no up-front expenditure. However successful these programs have been, they do not have the size of potential energy savings that other technologies offer.

The fan program with its air convey component has very large potential savings, as shown in Figure 8, but has not been as successful. One reason for this is that the actions required to achieve the savings needs a good deal of specialized engineering analysis and design. The mills' personnel by-and-large do not have the expertise or the time to provide this analysis and design.

When the potential return on investment is not known or guaranteed (to be satisfactory) the mill is unlikely to hire a consultant to do the analysis and design required. This would involve considerable up-front expenditure just to find out if the project would have a satisfactory return on investment and thereafter be included in the mill's capital plan.

Even where the utility offers to pay 50% of this up-front expenditure, the mills usually find it difficult to come up with the other 50%. Of course, there is a reason for this: energy cost to the mill is a small proportion of its total cost of production. A reduction in the cost of energy does not affect the mill's profitability in nearly the same proportion as many other opportunities. Therefore, the mill is likely to spend the energies of its personnel where the potential is greatest (and where it shows the most . . . energy is not really visible to the naked eye!).

3.2 Natural Gas

Much the same comments as above are applicable to natural energy conservation. However, in-mill evaluations have shown some means of energy savings that are simple and easy to achieve — and a lot of further analysis and design has not been necessary. This would indicate that even the dissemination of this report would help mills achieve savings with relatively small effort and

cost and very large returns on investment.

However, as a general observation, the wood products manufacturing plants do need some help in determining where the energy savings are and what the amount of the savings are likely to be.

This help can be provided by the supplying utility or by outside consultants hired for the purpose.

3.3 Summary

An order of priority relating to the relative success of various programs is as follows (the most successful first):

- An example of the absolutely most successful program would be the high efficiency motor program in B.C. where, in future, it will be illegal to sell a motor of 200 horsepower or less that is not a high efficiency motor. With this legislation, the utility's rebate will end.

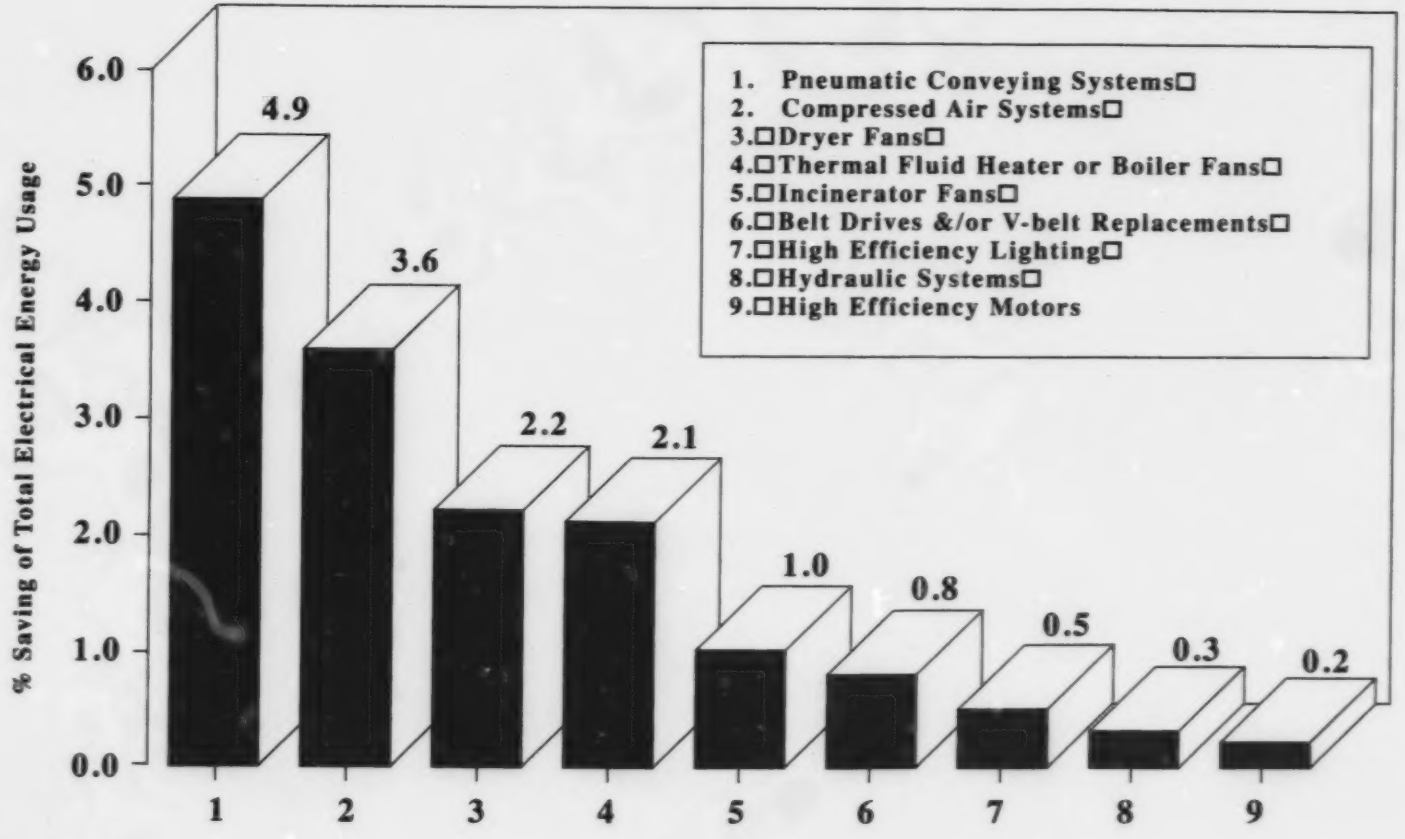
- The second most successful program, although it is much like the one described above, is where a "standard" is written for a particular product stating the minimum allowable energy efficiency — especially where the building code reflects this "standard".

- Those programs such as "lighting" which are simple and do not require any expenditure before purchasing and installing the equipment.

- Those programs where the utility funds the analysis required to determine the savings and how the savings will be achieved. An example of the approach would be the Power Smart Compressed Air Program where the utility actually bought and provided the air flow rate gauge to the mill and also provided in-mill analysis and personnel training at no cost to the mill operator.

- The least effective programs have been those which required external analysis and design work before the magnitude and value of the savings could be determined. The problem is that this category has biggest savings available (see Figure 5).

FIGURE 5: POTENTIAL ELECTRICAL SAVINGS □ FOR A TYPICAL SAWMILL



4.0 ACTION PLAN

The purpose of the information in this section is to help the Canadian Industry Program For Energy Conservation (CIPEC) Wood Products Task Force develop a strategy to ensure the adoption of the energy efficiency opportunities identified in this report.

4.1 Electrical Energy Savings

Since almost all Canadian utilities have joined "Power Smart Inc." all the Guides to Energy Management (GEM's) are available to them. CIPEC could organize the dissemination of this extremely valuable information to each wood products plant. These GEM's are available in a loose leaf binder with dividers for each subject (e.g. flexible drives, power factor, wood hogs, etc.).

CIPEC could also assist for each utility to provide informative in-plant seminars to help the mill personnel relate the information in the GEM's to potential savings in the plant.

It would be possible to create a questionnaire for each type of mill (sawmill, plywood plant, MDF plant, etc.) which could be filled in by the plant personnel and, when analyzed, would be a "rough cut" of where potential savings would likely be and in what order of priority. In fact, these could be prepared in Windows software format (on disk) for each type of plant which the plant personnel could load, fill in the blanks and the calculations would be performed and then a prioritized list calculated and printed out.

A generalized program, much like the one described above, was created by B.C. Hydro - Power Smart in the Windows format. However, it does require a fairly knowledgable person at the mill to determine the appropriate data required and to enter the data correctly. B.C. Hydro - Power Smart organized a hands-on workshop (each person sitting at a computer terminal) to lead mill people through this program. Many of the mills, whose personnel attended the workshop, did purchase the program.

Carroll-Hatch (International) Ltd. prepared the typical problems, the input data and solutions for the program and thereafter helped present the workshop at various centres around the province. If this type of program was tailored to each type of mill (sawmill, plywood plant, MDF plant, OSB plant, etc.) then it would be much easier for mill personnel to operate.

Since the subject of energy conservation is extremely important to the whole society, it would be valuable for CIPEC to help organize extension courses to be offered at community colleges all across the country. These extension courses would be prepared specifically for the type of wood products operations in the vicinity, and would train people on how to determine the amount and value of energy savings that can be achieved. This program would logically fall under the Canadian Energy Management and Environmental Training Program (CEMET). However, this approach is slow. In other words, the energy savings will take a long time to be achieved by this process.

However, the whole subject of energy conservation is extremely important to society because almost every unit of energy used has an environmental "cost", e.g. a valley has been flooded behind a dam, or a unit of coal or natural gas has been combusted with resulting stack gas and particulate entering the atmosphere, or a unit of a non-renewable fuel has been burned up — never to be utilizable again. It would seem logical and would provide a very satisfactory return on investment to take a more intensive approach.

In contrast to the above training approach, a much quicker approach would be to provide funds for energy conservation consultants to undertake a thorough evaluation of each plant and to prepare a prioritized plan for each mill's energy conservation program. This plan would include the potential savings in energy from each location in the mill, the annual dollar savings, the estimated capital cost, the return on investment (after taking into account any utility rebates available) and the recommended changes to operating strategy, where required. Part of this activity would be the follow up with each mill to ensure that the energy efficiency programs were included in the mill's capital plans and were thereafter instituted and the energy savings measured.

One specialized area of energy conservation is the more widespread use of wood residues. Many plants presently use wood residues very effectively for fuel. However, in many plants these residues of the wood products manufacturing process are disposed in very sub-optimal methods - often by incineration or by land fill.

These residues can be used to generate electricity, as heat sources for drying wood products, to make fertilizer and some residues can be used as decorative ground cover, etc. However, in most instances, there simply is no adequate return on investment for these endeavours. If more attractive tax incentives than "Class 34" were introduced to help make these endeavours at least break-even, then electrical energy would be saved and natural gas would be conserved.

4.2 Natural Gas

This report, if distributed to the many Canadian wood products plants, would help direct the plant personnel to look at those areas where potential savings are most likely to be found. Workshops could be organized to be held in appropriate centres. The workshops could take the attendees through typical areas of potential savings, calculate the heat savings, the annual dollar savings likely and the probable capital cost to make the necessary changes.

Another approach would be the organization by the natural gas utilities to have their service representatives trained in the methodology of energy savings in the wood products manufacturing sector. Thereafter helping their customers find potential areas of energy savings and provide assistance in achieving the savings.

Many of the suggestions made above in Section 4.1 - Electrical Energy Savings are equally valid for natural gas. Where the program could involve the dissemination of information, it would be logical to include information both on electrical conservation and on natural gas conservation. This would be true for training programs as well.

APPENDIX A:
OPPORTUNITIES FOR ENERGY SAVINGS (SAWMILLS) & PLANER MILLS: COMPRESSED AIR

ITEM	AREA		MINOR CHANGES		MAJOR CHANGES	Ref.
1	**Air Production**		**Operational**		**Modifications**	
	Compressor(s)	1	Check and Clean Air Intake Filters	1	Add Compressor sequencer if multiple compressors	
		2	Check and Adjust Compressor Pressure Setting	2	Convert Modulating Control to Load/Unload**	
		3	Check and Adjust Compressor Modulating Controls			
		4	Check and Adjust Sequencer (If present)			
		5	Check and Adjust Compressor Capacity			
2	**Air Production**		**Operational**		**Modifications**	
	Air Drying	1	Check Condition of filters and replace if necessary	1	Add Dryer Purge Control System	
	Pre/After Filters	2	Check and replace dessicant if required	2	Add Dryer Humidity Control	
		3	Check for Internal Bypass leaks in dryer switching Valves	3	Replace Heatless Dryers with Heat Regenerative type or Heat of Regeneration type	
3	**Sytm/Stor. Capacity**		**Operational**		**Modifications**	
	General	1	Check for and Reduce Air Leaks	1	Add Demand Control Air Management System (eg. ConservAir Intermediate Control (I/C))	
	Receiver/Reservoir	1	Check Safety relief setting if installed	1	Add Receiver/Reservoir Capacity	
	Pressure Settings	1	Adjust Receiver Discharge S/O valve to Control Flow**	1	Install High performance Pressure Regulator on Outlet	
	Header/Line Setting			1	Provide Adequate line Sizing	
				2	Modify to Loop system	
4	**Air Utilzn: Prodctn**		**Operational**		**Modifications**	
	End Use:	1	Adjust End Use pressures if Regulators installed	1	Add Pressure Regulators at Significant Users	
	Pressures	2	Adjust End Use Speeds to only what is required	2	Convert Appropriate Applications to Dual Pressures	
		3	Replace Flow restricting Undersized Hoses & fittings			
	Secondary Preparation	1	Check and Clean dirty filter elements			
	(Filter/Lubricators/	2	Check, Clean/Replace Leaking Filter Bowl Drain Plugs			
	Regulators)	3	Check and Repair Leaking Regulator Diaphragms			
	End Use: Miscellaneous	1	Add pressure regulators to air jets	1	Use More efficient Air Nozzle Technology for Air Jets (Photo eye cleaning, Belt Cleaning, Dust Blowing)	
		2	Add timed solenoid valve to air jets	2	Convert Apprpriate Users to Single Acting Cylinders	
	End Use: Alternatives			1	Replace Air User with Alternative Energy Sources: i.e. Hydraulics	
5	**Air Utlztn: Non Prod**		**Operational**		**Modifications**	
		1	Turn Off All Unnecessary Compressors	1	Install High Efficient air nozzle for clean up	
6	**Air Utlztn: Off Shfts**		**Operational**		**Modifications**	
		1	Turn Off All Unnecessary Compressors	1	Machine Center Isolation Valves Interlocked to Control Power	
				2	Isolate Fire Protection Air Supply For Dry Pipe Valves to its own dedicated small compressor(s)	

OPPORTUNITIES FOR ENERGY SAVINGS (PLYWOOD & COMPOSITE BOARD PLANTS): COMPRESSED AIR

ITEM	AREA		MINOR CHANGES		MAJOR CHANGES	Ref.
1	**Air Production**		**Operational**		**Modifications**	
	Compressor(s)	1	Check and Clean Air Intake Filters	1	Add Compressor sequencer if multiple compressors	
		2	Check and Adjust Compressor Pressure Setting	2	Convert Modulating Control to Load/Unload**	
		3	Check and Adjust Compressor Modulating Controls			
		4	Check and Adjust Sequencer (If present)			
		5	Check and Adjust Compressor Capacity			
2	**Air Production**		**Operational**		**Modifications**	
	Air Drying	1	Check Condition of filters and replace if necessary	1	Add Dryer Purge Control System	
	Pre/After Filters	2	Check and replace dessicant if required	2	Add Dryer Humidity Control	
		3	Check for Internal Bypass leaks in dryer switching Valves	3	Replace Heatless Dryers with Heat Regenerative type or Heat of Regeneration type	
3	**Sytm/Stor. Capacity**		**Operational**		**Modifications**	
	General	1	Check for and Reduce Air Leaks	1	Add Demand Control Air Management System (eg. ConservAir Intermediate Control (I/C))	
	Receiver/Reservoir	1	Check Safety relief setting if installed	1	Add Receiver/Reservoir Capacity	
	Pressure Settings	1	Adjust Receiver Discharge S/O valve to Control Flow**	1	Install High performance Pressure Regulator on Outlet	
	Header/Line Setting			1	Provide Adequate line Sizing	
				2	Modify to Loop system	
4	**Air Utlzn: Prodctn**		**Operational**		**Modifications**	
	End Use:	1	Adjust End Use pressures if Regulators installed	1	Add Pressure Regulators at Significant Users	
	Pressures	2	Adjust End Use Speeds to only what is required	2	Convert Appropriate Applications to Dual Pressures	
		3	Replace Flow restricting Undersized Hoses & fittings			
	Secondary Preparation	1	Check and Clean dirty filter elements			
		2	Check, Clean/Replace Leaking Filter Bowl Drain Plugs			
		3	Check and Repair Leaking Regulator Diaphragms			
	End Use Miscellaneous	1	Add pressure regulators to air jets	1	Use More Efficient Air Nozzle Technology for Air Jets (Photo eye cleaning, Belt Cleaning, Dust Blowing)	
		2	Add timed solenoid valve to air jets	2	Convert Appropriate Users to Single Acting Cylinders	
	End Use: Alternatives			3	Modify Baghouse to Low Air use Type	
				1	Replace air user with alternative energy source: i.e. Hydraulics	
5	**Air Utlztn: Non Prod**		**Operational**		**Modifications**	
		1	Turn Off All Unnecessary Compressors	1	Install High Efficient air nozzle for clean up	
6	**Air Utlztn: Off Shfts**		**Operational**		**Modifications**	
		1	Turn Off All Unnecessary Compressors	1	Machine Center Isolation Valves Interlocked to Control Power	
				2	Isolate Fire Protection Air Supply For Dry Pipe Valves to its own dedicated small compressor(s)	

APPENDIX B:
OPPORTUNITIES FOR ENERGY SAVINGS IN FLEXIBLE DRIVES AND GEAR REDUCERS

ITEM	AREA		MINOR CHANGES		MAJOR CHANGES
1	Flat Belt	1	Check and adjust alignment	1	Upgrade to newer belt using synthetic materials
		2	Check belt condition and replace if required	2	Replace with timing belt
		3	Check and adjust tension		
2	V-belt	1	Check and adjust alignment	1	Increase sheave size
		2	Check belt condition and replace if required	2	Replace with timing belt
		3	Check and adjust tension		
3	Timing Belt	1	Check and adjust alignment		
		2	Check belt condition and replace if required		
		3	Check and adjust tension		
4	Roller chain	1	Check and adjust alignment		
		2	Check for wear and replace if required		
		3	Check and adjust tension		
		4	Check for lubrication		
5	Worm Gear	1	Check oil level	1	Replace with smaller unit if greatly oversized
		2	Remove dust and debris for proper heat dissipation	2	Increase input speed
				3	Decrease reduction ratio
				4	Replace with a more efficient gear unit
6	Cycloidal	1	Check oil level	1	Increase input speed
		2	Remove dust and debris for proper heat dissipation	2	Replace with a more efficient gear unit
7	Planetary	1	Check oil level	1	Increase input speed
		2	Remove dust and debris for proper heat dissipation	2	Replace with a more efficient gear unit
8	Helical	1	Check oil level	1	Replace with unit having fewer reduction stages
		2	Remove dust and debris for proper heat dissipation	2	Increase input speed

POSSIBILITÉS D'AMÉLIORATION DU RENDEMENT ÉNERGÉTIQUE

DANS LES INDUSTRIES DES PRODUITS EN BOIS MASSIF

Un projet appuyé par

le Conseil des industries forestières

le Programme d'économie d'énergie

dans l'industrie canadienne

Ressources naturelles Canada

INTRODUCTION

Au nom du Groupe de travail sur les produits du bois du Programme d'économie d'énergie dans l'industrie canadienne (PEEIC), le Conseil des industries forestières de la Colombie-Britannique a retenu les services de Carroll-Hatch (International) Ltd. (CHI) pour recueillir et analyser les données relatives à l'utilisation de l'énergie industrielle dans le secteur des industries canadiennes des produits en bois massif, et pour déterminer les possibilités d'améliorer le rendement énergétique.

Le PEEIC comprend 16 groupes de travail qui représentent les divers secteurs industriels canadiens. Le président actuel du Groupe de travail sur les produits du bois en fait partie.

Les groupes de travail du PEEIC sont des centres de coordination où l'on détermine le potentiel de rendement énergétique et les possibilités d'améliorer ce rendement, en établissant des objectifs de rendement propres à chaque secteur, en examinant les obstacles et en trouvant des solutions pertinentes, ainsi qu'en élaborant et en mettant en œuvre des stratégies pour réaliser les objectifs.

Le Conseil des industries forestières de la Colombie-Britannique a pour mandat de créer, au sein de l'industrie forestière de la Colombie-Britannique, un climat qui privilégie un développement économique stable et vigoureux. Dans le cadre de ce mandat, la principale stratégie du Conseil consiste à mettre en place et à promouvoir une politique industrielle visant à améliorer la position concurrentielle de l'industrie forestière. Le Groupe de travail sur les produits du bois du PEEIC a donc prié le Conseil d'assurer, en son nom, la coordination d'une étude sur les possibilités d'améliorer le rendement énergétique.

Les informations contenues dans le présent rapport tentent d'abord de mettre en lumière les possibilités offertes aux industries des produits en bois massif d'accroître leur rendement énergétique, puis de favoriser l'élaboration d'un objectif sectoriel de rendement énergétique suivi d'un plan d'action permettant de réaliser cet objectif.

Le rapport est tiré de la publication intitulée « Energy Efficiency Opportunities for the Canadian Solid Wood Industries. A Practical Guide Book *».*

La mention de raisons sociales ou de marques de commerce n'implique aucunement la sanction d'une personne morale ou d'un produit commercial.

TABLE DES MATIÈRES

1.0 POSSIBILITÉS D'AMÉLIORATION DU RENDEMENT ÉNERGÉTIQUE 2
1.1 Air comprimé 2
1.1.1 Possibilités techniques d'économies d'énergie dans les réseaux de distribution d'air comprimé 2
1.1.2 Production de l'air comprimé 2
1.1.3 Traitement de l'air comprimé 4
1.1.4 Intégrité du réseau de distribution d'air comprimé 6
1.1.5 Utilisation de l'air comprimé 8
1.1.6 Sources d'énergie en remplacement de l'air comprimé 10
1.2 Systèmes hydrauliques 10
1.3 Manutention des matériaux 11
1.3.1 Régulation des principales machines 12
1.3.2 Asservissement hydraulique 13
1.3.3 Possibilités d'économies d'énergie 13
1.3.4 Utilisation de l'hydraulique 13
1.3.5 Positionnement linéaire (asservissement hydraulique) 15
1.3.6 Possibilités d'économies d'énergie 15
1.4 Ventilateurs 16
1.4.1 Ventilateurs centrifuges 18
1.5 Installations de transport pneumatiques 20
1.5.1 Installations de transport pneumatiques haute pression 20
1.5.2 Installations de transport pneumatiques basse pression 24
1.6 Entraînements 27
1.6.1 Entraînements flexibles 27
Courroie plate 27
Courroie trapézoïdale 27
Courroie de synchronisation 27
Chaîne à rouleaux 27
1.6.2 Réducteurs à engrenages 27
Engrenage à vis sans fin 28
Engrenage cycloïdal 28
Engrenage planétaire 28
Engrenage hélicoïdal 28
1.6.3 Possibilités d'économies d'énergie 28
1.7 Moteurs 29
1.8 Gaz naturel 31

2.0 NOUVELLES TECHNOLOGIES FAVORISANT LE RENDEMENT ÉNERGÉTIQUE 33
2.1 Électricité 33
2.1.1 Entraînements de chariot 33
2.1.2 Entraînement à jet de vapeur 33
2.1.3 Cylindre à jet d'eau sous pression 33
2.1.4 Entraînement à amplidyne c.a./c.c. 33
2.1.5 Entraînement transistorisé par variation de fréquence (moteur à c.a.) 34
2.1.6 Actionneur linéaire commandé par moteur électrique 34
2.1.7 Moteurs linéaires 34
2.1.8 Actionneurs 34
2.2 Gaz naturel 35

3.0 ÉVALUATION DES PROGRAMMES 36
3.1 Économies d'énergie électrique 36
3.2 Gaz naturel 37
3.3 Résumé 37

4.0 PLAN D'ACTION 40
4.1 Économies d'énergie électrique 40
4.2 Gaz naturel 41
Annexe A : Liste de contrôle des possibilités d'économies - Air comprimé 42
Annexe B : Liste de contrôle - Entraînements flexibles et réducteurs à engrenages 44

1.0 POSSIBILITÉS D'AMÉLIORATION DU RENDEMENT ÉNERGÉTIQUE

1.1 Air comprimé

1.1.1 Possibilités techniques d'économies d'énergie dans les réseaux de distribution d'air comprimé

Les possibilités d'économiser l'énergie dans les réseaux de distribution d'air comprimé peuvent être groupées en quatre catégories (qui conviennent à la majorité des industries) :

1) la production de l'air comprimé;
2) le traitement de l'air comprimé;
3) l'intégrité du réseau de distribution d'air comprimé;
4) l'utilisation d'air comprimé.

Pour évaluer la consommation d'énergie des réseaux de distribution d'air comprimé et déterminer les économies potentielles, il est impératif de considérer le réseau comme un tout et non pas nécessairement comme la somme de ses composants. La modification d'un composant du réseau, sans égard à l'interaction de celui-ci avec les autres composants, peut entraîner une importante réduction d'air utilisé – mais une très faible diminution de la demande d'énergie finale. Il en est ainsi notamment dans le cas des techniques courantes de régulation par modulation des compresseurs dotés d'un régulateur à action progressive de type laminage à l'aspiration qui exige pratiquement 70 p. 100 de la pleine puissance pour produire un volume d'air comprimé négligeable. **Le rendement énergétique du compresseur est élevé lorsque la demande en air comprimé est au maximum de la capacité du compresseur mais diminue sensiblement lorsque la demande en air comprimé diminue.**

Voici une brève description des techniques et des équipements les plus répandus dans les industries de fabrication du secteur des produits en bois massif et des panneaux dérivés du bois. Elle ne couvre pas toutes les techniques actuelles. D'ailleurs, étant donné la diversité des besoins de cette industrie et la non-rentabilité de certaines des nouvelles techniques appliquées à la modernisation de l'équipement, il serait impossible de traiter de cette technologie de façon exhaustive dans la présente section. L'annexe C de la publication source (voir l'introduction à la page couverture intérieure) du présent rapport, intitulée « *Compressed Air Energy Conservation Seminar Presentation* », fournit un examen approfondi des économies d'énergie possibles dans le domaine de l'air comprimé.

Un résumé des mesures simples et des changements majeurs qui offrent des possibilités d'économies d'énergie est présenté à l'annexe A – **Possibilités d'économies d'énergie – air comprimé,** du présent rapport.

1.1.2 Production de l'air comprimé

La production de l'air comprimé comprend le processus par lequel l'air atmosphérique est comprimé. Ainsi, non seulement le module de compression d'air est en cause, mais l'entrée, le refroidissement et la pressurisation de l'air le sont également.

Le compression à l'aide de compresseurs à vis monoétagé refroidis à l'huile est la technique de compression d'air la plus usuelle dans l'industrie des produits en bois massif et des panneaux dérivés du bois. Les usines de produits du bois qui consomment un très grand volume d'air pour alimenter les dispositifs de commande et de contrôle ont avantage à utiliser des compresseurs hélicoïdaux biétagés sans huile qui garantissent un très bon rendement et des tolérances serrées de fonctionnement. Les

compresseurs alternatifs qui étaient très populaires avant les années soixante-dix, le sont moins depuis peu en raison de l'arrivée sur le marché des compresseurs avis qui sont plus élémentaires mécaniquement (bien que moins efficaces), moins coûteux et plus faciles d'entretien que ces derniers.

La technologie employée pour contrôler ces compresseurs a de grandes répercussions sur le niveau d'énergie utilisée. Les premiers compresseurs hélicoïdaux étaient contrôlés au moyen d'un régulateur à action progressive (laminage à l'aspiration). Le volume d'air comprimé produit était réglé par l'entrée d'air atmosphérique dans le compartiment de compression. La restriction de l'orifice d'entrée d'air, dans le but de réduire le volume d'air comprimé généré, crée une dépression à l'aspiration du compartiment de compression au moment où le robinet à papillon de l'entrée se ferme. Cette dépression augmente sensiblement le rapport entre la pression de refoulement et la pression d'aspiration. Par conséquent, bien que le volume de refoulement du compresseur diminue, l'effet d'accroissement du rapport de pression entre l'air atmosphérique aspiré et l'air comprimé refoulé peut ne pas entraîner une baisse importante de consommation d'énergie. La réduction de la demande énergétique pour engendrer une puissance inférieure à la pleine puissance du compresseur n'est pas proportionnelle à la baisse de volume. Habituellement, dans ces réseaux à puissance maximale, les compresseurs demanderaient environ 110 p. 100 de la pleine puissance pour fournir un refoulement nul. Ils utiliseraient encore de 65 p. 100 à 70 p. 100 de la pleine puissance. Les progrès technologiques concernant la régulation des compresseurs ont permis de mettre au point des dispositifs de modulation modifiés grâce auxquels la puissance requise pour un refoulement nul est sensiblement réduite. Une technologie récente permet d'amener le dispositif de modulation à quelque 40 p. 100 de la pleine puissance, et au-dessous de cette valeur, le compresseur commute à un mode de décharge réelle; la puissance alors requise se situe entre 15 p. 100 et 20 p. 100 de la pleine puissance. Certains fabricants de compresseurs offrent des dispositifs de régulation de type tout ou rien permettant au compresseur soit de produire sa pleine puissance, soit de fournir un refoulement « zéro », avec une puissance correspondante allant de maximale à environ 20 p. 100 sans charge. L'inconvénient du dispositif de type tout ou rien est la fréquence à laquelle le compresseur doit procéder aux fonctions de charge et de décharge en raison des débits d'air très variés qu'exigent les diverses opérations d'une scierie type.

Le problème de l'utilisation de l'énergie se complique lorsque plusieurs compresseurs sont employés. Maintes fois, les dispositifs de régulation des compresseurs ne sont pas réglés correctement, chacun annulant les effets de l'autre. Par exemple, dans un groupe de trois compresseurs dotés de régulateurs à action progressive, tous peuvent fournir un refoulement d'air de 30 p. 100 (chacun utilisant 75 p. 100 de sa pleine puissance) au lieu qu'un seul compresseur assure un refoulement de 90 p. 100 en utilisant 95 p. 100 de sa pleine puissance, alors que chacun des deux autres serait déchargé à 20 p. 100 ou au moins un compresseur serait mis hors réseau.

Du point de vue du rendement énergétique, en règle générale, par ordre croissant, le régulateur à action progressive classique est le moins efficace, suivi des divers dispositifs de modulation modifiés, puis du dispositif de régulation de type charge-décharge qui s'avère le plus efficace.

Voici quelques techniques qui permettent de réduire la consommation d'énergie liée à la production d'air :

Nouvelles installations

Les caractéristiques techniques des compresseurs doivent être déterminées et les compresseurs choisis non seulement en fonction du prix et du rendement, mais aussi de leur consommation énergétique. Cela supposerait l'installation des dispositifs de régulation les plus efficaces comme les dispositifs de modulation modifiés ou, dans la mesure où cela serait approprié, un dispositif de régulation de type charge-décharge réelle.

Dans le cas de compresseurs multiples, il faut prévoir un régulateur de réseau qui assure la régulation de tous les compresseurs depuis un régulateur électronique unique mettant en séquence les compresseurs selon un ordre de priorités et en fonction de la demande de pression du réseau de distribution.

Réseaux de distribution en place

Dans la majorité des cas, il est possible d'améliorer le rendement énergétique des réseaux existants, d'une façon tout à fait élémentaire, en procédant à une vérification et à un réglage systématiques du mécanisme de régulation conformément aux conditions d'origine. Les plus anciens dispositifs de régulation par modulation sont dotés d'un régulateur de pression piloté qui se dérègle facilement et entraîne un mauvais fonctionnement du réseau. Quelques régulateurs à action progressive peuvent être transformés en dispositifs de régulation de type tout ou rien. Ces modifications doivent toutefois être effectuées par un personnel compétent qui en évalue la pertinence en fonction des conditions particulières d'usine.

Étant donné que la majorité des usines de produits en bois massif et de panneaux dérivés du bois sont munies de compresseurs multiples – de deux à cinq dans la plupart des cas – un séquenceur de contrôle des compresseurs s'avère un outil essentiel pour garantir un bon rendement énergétique. Le séquenceur peut être adapté à presque tous les systèmes de compresseurs. Beaucoup de fabricants de compresseurs offrent des dispositifs « prêts à utiliser », tandis que d'autres mettent au point un dispositif de mise en séquence conçu en fonction des besoins précis d'une usine.

En production d'air, il est important de réduire au minimum la perte de charge à l'entrée. Toute perte de charge injustifiée provoque une légère dépression à l'entrée, qui à son tour accroît le rapport entre la pression de refoulement et la pression d'aspiration entraînant une consommation d'énergie accrue.

Une hausse de température de l'air admis a également des effets négatifs sur le rendement énergétique. Par conséquent, il est important que l'air admis provienne d'une zone relativement froide.

1.1.3 Traitement de l'air comprimé

Le traitement de l'air comprimé comporte la dessiccation de l'air comprimé, la filtration primaire de l'air comprimé et la stabilisation de la pression du réseau.

Lorsque l'air est comprimé à une pression de service de 100 psig par example et quitte le compresseur après avoir été refroidi, sa température est supérieure à la température d'air intérieure ou extérieure, et est généralement saturé. À mesure que l'air s'écoule dans le conduit, la température baisse et la vapeur d'eau se condense. Parallèlement à ce phénomène, lorsque l'air comprimé est projeté à travers un orifice tel un robinet à la pression atmosphérique, ce rapide effet de décompression provoque une baisse sensible de température qui augmente la condensation de l'eau condensé dans l'air. À des températures ambiantes élevées, l'eau condensé est extrait au moyen d'un purgeur. Toutefois, au cours des mois les plus froids de l'hiver, la condensation dans les conduit et dans les composantes crée des problèmes de gel. Pour éviter une telle situation, on a recours à des assécheurs d'air autonomes.

Les méthodes de dessiccation de l'air auxquelles ont recours, en règle générale, les industries des produits en bois massif et des panneaux dérivés du bois, sont les suivantes :

- À l'intérieur uniquement, il est possible d'utiliser un assécheur d'air à frigorigène. Ce dispositif permet d'abaisser le point de rosée de l'air à environ 1 °C (34 °F) et consomme très peu d'énergie par pi³/min asséché.

- Dans des cas où la température se situe sous le point de congélation, des assécheurs d'air à matériel dessicatif régénérable sont utilisés. Les plus courants sont les assécheurs d'air à matériel dessicatif régénérable sans échauffement (technologie de la modulation en pression) qui permettent d'utiliser quelque 15 p. 100 de l'air industriel qui a été asséché à régénérer le matériel dessicatif. Il y a aussi le type à matériel dessicatif régénérable avec échauffement qui a recours soit à une soufflante et à un appareil de chauffage externes, soit à un appareil de chauffage interne pour régénérer le déshydratant. À l'occasion, un assécheur d'air à compression est utilisé. Dans celui-ci, la chaleur de compression dégagée par le compresseur au cours du procédé de compression contribue à réactiver le déshydratant de l'assécheur – ce qui évite souvent le recours à une source additionnelle de chaleur ou d'air asséché pour régénérer le déshydratant.

Parmi ces systèmes, suivant un ordre croissant de rendement énergétique, l'assécheur d'air sans échauffement offre le rendement énergétique le plus faible, suivi du type à échauffement interne, puis du type à soufflante et appareil de chauffage externes, et enfin de l'assécheur utilisant la chaleur de compression.

Quel que soit le type d'assécheur utilisé, le rendement énergétique peut être sensiblement accru grâce à une technique appropriée de contrôle de la régénération. Dans la majorité des usines de produits du bois, à un moment ou l'autre, l'assécheur d'air n'est pas utilisé à plein régime. Étant donné le caractère cyclique des procédés industriels, le volume d'air qui passe dans un assécheur d'air, selon les dimensions de l'assécheur, peut varier de l'écoulement minimal à la capacité maximale. Un assécheur qui n'est pas pourvu d'un régulateur de purge régénérative fournira un volume déterminé d'air sec (type sans échauffement) pendant une période déterminée (ou une quantité de chaleur déterminée pendant une période déterminée) indépendamment du volume d'air asséché. Les régulateurs de purge régénérative contrôlent la quantité d'humidité absorbée par le déshydratant et modifient la fréquence de mise en marche du procédé de régénération, réduisant ainsi la consommation d'énergie.

Parallèlement au régulateur de purge régénérative, il existe une autre technique qui permet de réduire les besoins énergétiques, le régulateur de point de rosée. Grâce à ce dispositif, il est possible de régler le point de rosée de l'air industriel expulsé de l'assécheur d'air. Lorsqu'il n'est pas nécessaire d'obtenir un point de rosée bas pour un procédé précis ou lorsque la température extérieure ne chute pas sous le point de congélation, le point de rosée peut être haussé à une valeur supérieure à celle requise en hiver. Généralement, pour les temps froids, le point de rosée est établi à -40 °C. Il est possible, avec le régulateur de point de rosée, de modifier ce réglage et de déterminer la valeur pertinente pour éviter le gel du système. Ainsi, il n'est plus nécessaire d'enlever, par le procédé de régénération, une trop grande proportion d'humidité du déshydratant; la consommation d'énergie est, par le fait même, réduite.

Voici quelques techniques qui permettent de réduire la consommation d'énergie liée au traitement de l'air :

Nouvelles installations

Les caractéristiques techniques des assécheurs doivent être déterminées et les appareils choisis en fonction de leur rendement et de leur consommation énergétiques. Il est très important d'établir d'une manière réaliste les caractéristiques techniques des volumes d'air affluent qui doivent être asséchés. La température, la pression et le volume de l'air amené sont des facteurs essentiels pour déterminer le dimensionnement et le rendement de l'assécheur. Une température d'entrée supérieure à la température de calcul de l'assécheur force l'assécheur à extraire une plus grande proportion d'humidité que prévu selon le réglage d'origine et exige plus d'énergie pour régénérer le déshydratant. Tous les assécheurs doivent être munis d'un régulateur de purge régénérative qui réagit à la charge d'humidité en temps réel et au réglage du point de rosée. La majorité des fabricants d'assécheurs offrent aussi des régulateurs de purge régénérative. Toutefois, certains fabricants n'ont pas de régulateurs de point de rosée. Des entreprises fabriquent sur commande des régulateurs de point de rosée qui répondent aux besoins particuliers d'une installation.

Installations existantes

Les assécheurs à régénération qui ne sont pas dotés de régulateurs de purge régénérative doivent en être munis. Il serait également bon de les doter d'un régulateur de point de rosée, s'ils n'en ont pas. Parmi les premiers régulateurs de purge régénérative, quelques-uns n'ont pas donné un rendement soutenu et, à l'occasion, le personnel de l'usine les ont débranchés. Ces anciens régulateurs doivent être vérifiés et, dans certains cas, remplacés.

Quelques-uns des premiers assécheurs à régénération étaient munis d'un robinet de commutation de réservoir qui pouvaient mal fonctionner ou fuir et laisser échapper de l'air industriel asséché dans l'atmosphère. Ces appareils doivent être inspectés et réparés. Certains fabricants offraient des composants de rechange qui permettaient d'améliorer la situation.

Un autre aspect important du procédé de dessiccation qui est souvent négligé est l'effet d'une perte de charge dans l'assécheur qui commence à l'entrée du préfiltre et se termine à la sortie du filtre terminal. À mesure que les filtres s'encrassent, la perte de charge s'accroît dans le composant. De la même façon, lorsque le déshydratant commence à se détériorer, les plus petites particules s'accumulent et augmentent la perte de charge dans le lit du déshydratant. Cette perte de charge accrue demande une plus grande énergie pour que le processus se poursuive en aval. C'est pourquoi l'entretien continu de l'assécheur est essentiel. Il n'est pas inhabituel d'observer des pertes de charge dépassant 10 psig mano dans certains réseaux. Il faut remédier rapidement à ces situations pour qu'une telle perte de charge additionnelle ne survienne pas.

1.1.4 Intégrité du réseau de distribution d'air comprimé

Cette section renvoie à la conception globale et au fonctionnement général du réseau de distribution d'air en tant que système monobloc, et comporte trois volets : les fuites d'air du réseau, la conception de la tuyauterie de distribution d'air du réseau et la capacité de stockage du réseau.

Fuites d'air

Les fuites d'air des réseaux de distribution d'air constituent un problème dans la majorité des usines. Cela s'observe notamment dans les usines du secteur du bois massif et du panneau dérivé du bois à cause des dures conditions auxquelles est soumis le réseau et du milieu dans lequel ce dernier fonctionne. Les vibrations et les dégâts matériels sont une préoccupation dans ces industries, de même que le degré de pollution de l'air atmosphérique et, plus particulièrement, de la poussière et des saletés. Tous ces facteurs sont à l'origine des fuites des raccords et de l'usure des composants. La poussière et les saletés provoquent l'usure interne des pièces coulissantes et endommagent les joints étanches des cylindres à air.

Dans la pratique, il est impossible d'éliminer les fuites, il faut plutôt les gérer. L'usure des pièces coulissantes et mobiles à l'intérieur des composants pneumatiques est inévitable. Toutefois, elle peut être réduite. Dans l'industrie des produits du bois, l'expérience a démontré que la gestion des fuites est un problème grave qui monopolise entre 10 p. 100 et 50 p. 100 de la puissance du compresseur selon la gravité des cas. Par exemple, dans une usine de conversion du bois, il a fallu consacrer deux des cinq compresseurs à la seule tâche de compenser les fuites du réseau. L'industrie s'est fixé un objectif réaliste de 15 p. 100 de fuites, en moyenne, bien que certaines usines aient réussi à baisser cette perte à 10 p. 100. Dans les installations existantes, il faut gérer les fuites de façon à ne pas dépasser le seuil maximal de 15 p. 100. Dans la majorité des usines, il est dépassé. La plupart des services publics ont élaboré un programme d'économies d'énergie relatives à l'air comprimé accordant des incitatifs afin de diminuer les fuites. B.C. Hydro a mis en œuvre un programme de réduction des fuites en vertu duquel elle offrait aux usines un débitmètre à orifice du type Airflow Energy LP07, tout à fait élémentaire mais efficace, pour contrôler les fuites de façon systématique et constante. En retour, chaque usine devait s'engager à mettre sur pied un programme de réduction des fuites.

Conception de la tuyauterie de distribution d'air

La tuyauterie de distribution d'air doit être conçue avec soin de manière à garantir une utilisation efficace de l'air comprimé. Le dimensionnement des conduites joue un rôle important dans le contrôle des pertes de charge. Le seuil maximal des pertes de charge dans le réseau de distribution ne doit pas être supérieur à 2 ou 3 psig mano. De fortes pertes de charge ajoutent à la demande énergétique et se manifestent souvent sous la forme d'une insuffisance d'air ou de pression. Les réseaux de distribution doivent idéalement comporter un branchement de la tuyauterie en boucle; ce type de réseaux offre le meilleur rendement énergétique et est le plus rentable, particulièrement lorsque les demandes d'air sont cycliques et atteignent des sommets extrêmes.

Capacité de stockage du réseau

Le niveau de stockage de l'air comprimé dans le réseau peut nuire à son fonctionnement. Une capacité de stockage inappropriée exige une puissance accrue du compresseur à l'amont pour fournir l'air pendant les courtes périodes de pointe. Par contre, il y aura une baisse de pression perceptible à l'utilisation finale, qui risque de ne pas fournir la puissance requise ou qui se manifestera par un volume d'air insuffisant entraînant le ralentissement d'une opération. Si la capacité du réservoir d'air est suffisamment accrue, l'air stocké à haute pression sera utilisé à une pression inférieure à la pression de stockage. L'air extrait à basse pression déplace un volume moins important que l'air extrait du réser-

voir à haute pression. Il est possible d'améliorer encore le réseau en installant un régulateur de pression d'air de refoulement qui contrôle la pression d'air s'écoulant en aval (avant de procéder à cette installation, il faut étudier la dynamique du réseau).

1.1.5 Utilisation de l'air comprimé

En dernière analyse, les demandes d'utilisation finale d'air comprimé dictent le choix et le dimensionnement de tous les composants du réseau de distribution d'air comprimé. La baisse logique de la demande finale grâce à l'emploi de techniques efficaces influera sur les systèmes de production et de traitement de l'air. Dans certains cas, il faudra peut-être mettre un ou des compresseurs hors réseau et réduire l'humidité dans les assécheurs d'air, les besoins énergétiques seront ainsi diminués.

L'air est utilisé principalement dans deux domaines distincts :

a) aux fins de la production;
b) à des fins autres que la production.

Les usages non compris dans la production peuvent être l'utilisation de l'air pour purger l'équipement, le nettoyage de la zone de travail, alimentation des outils pneumatiques et même la fourniture de pression pour garder chargés les réseaux d'incendie à soupapes différentielles. Si le réseau d'incendie est raccordé au réseau de distribution d'air principal de l'usine pour garantir sa pression, le réseau principal doit, en règle générale, être continuellement maintenu en pression à l'aide d'au moins un compresseur, même en dehors des quarts de travail.

Utilisation de l'air aux fins de la production

Les principales utilisations de l'air comprimé aux fins de la production sont généralement les suivantes :

- les cylindres à air des chargeuses, des balayeurs, des culbuteurs, des portes, des engins de levage, etc.;
- les dispositifs de tension ou d'amortissement du type coussins pneumatiques ou de courses;
- les jets d'air pour garder les cellules photoélectriques et autres appareils d'optique électroniques exempts de poussière et de débris;
- les jets d'air pour prévenir l'accumulation de poussière dans les chutes et pour nettoyer les courroies de convoyeurs;
- les moteurs à air utilisés à l'occasion pour actionner les agitateurs dans les réservoirs de liquide de traitement anti-coloration et les pompes des circuits de lubrification.

L'utilisation efficace de l'air des cylindres à air des culbuteurs et des engins de levage de divers genres, dans l'industrie des produits du bois, présente de nombreuses difficultés. En règle générale, la masse des grumes et des bois débités n'est pas uniforme et peut varier sensiblement. Par conséquent, le dispositif mécanique (culbuteur, balayeur, etc.) doit être conçu pour s'adapter à toute la gamme des pièces de bois qu'il reçoit. Les exigences en puissance varient donc énormément. Afin de fournir la puissance appropriée, les cylindres à air sont dimensionnés pour déplacer les plus grosses pièces à une pression nominale de 10 p. 100 à 20 p. 100 inférieure à la pression du réseau. Cela garantit la puissance nécessaire pour déplacer la plus grosse pièce, le cas échéant. Toutefois, lorsque les pièces sont de taille moyenne ou sont soumises à une pression de fluide supérieure à la pression nominale, il y a un excédent d'énergie inutilisé. Dans le cas de l'air comprimé, s'il y a plus

d'énergie stockée inutilisée que d'énergie utile, l'énergie inutilisée se dissipera dans l'équipement (culbuteurs, balayeurs, etc.) même si elle ne sert à rien. Cet excédent d'énergie se traduira par un accroissement de l'accélération et des vitesses au-delà de ce qui est nécessaire. L'accroissement des vitesses est ensuite contrôlé au moyen de régulateurs de débit.

Du point de vue du rendement énergétique, la régulation de pression ne doit être utilisée que pour faire face au pire cas qui se présente. L'écart entre cette pression de service et la pression de l'installation reste dans le réseau de distribution sous forme d'énergie stockée. Souvent, les cylindres à air sont surdimensionnés relativement aux pièces à déplacer afin de résister à la surcharge physique. Le cas échéant, la pression réelle demandée risque d'être largement inférieure à la pression de l'installation.

Une autre variante de ce genre d'utilisation de l'air comprimé est le cas où de grandes forces ne sont utiles que dans un seul sens de l'actionnement du cylindre. L'équipement, comme les culbuteurs et les balayeurs, exigent généralement une grande puissance pour déplacer les grumes ou les bois débités dans une seule direction, alors que la course de retour ne demande que la puissance nécessaire pour ramener le composant de l'équipement à sa position de départ. Cette course de retour ou course à vide exige une pression inférieure à celle dans l'autre sens. Un réseau bipression convient la plupart du temps à de telles situations, offrant une pression au cylindre dans une direction et une deuxième pression, inférieure à la première, dans la direction opposée. La plus basse pression, au retour, peut réduire la consommation d'air de 25 p. 100 dans certains cas. Cette économie devient importante lorsque l'installation comporte de gros cylindres ou que l'opération est cyclique.

Dans certains cas où le cylindre exerce une force verticale, le culbuteur ou l'engin de levage reviennent à leur position de départ par la seule pesanteur. Quelquefois, il convient d'utiliser l'air comprimé aux fins de levage dans la seule course ascendante et de l'éliminer dans la course descendante. L'effet du coussin pneumatique - un dispositif à simple action – est alors reproduit. L'élimination de l'air comprimé dans la course de retour réduit sensiblement la demande d'air.

Dans les cas où l'air comprimé sert à garder les appareils de surveillance optiques exempts de poussière et de débris, d'autres techniques plus efficaces peuvent être employées. Par exemple, une petite conduite d'air de 1/4 po à 3/8 po (0,635 cm à 1,905 cm), dotée d'un robinet d'isolement à commande manuelle et, éventuellement, d'un régulateur de pression, peut être amenée jusqu'à l'appareil optique et projeter de l'air en permanence. Cette technique est fréquemment employée pour les cellules photo-électriques et certains dispositifs de détection peu complexes. Une autre technique répandue qui utilise une variante de l'effet tourbillon exigeant un ordre de grandeur et un faible volume d'air comprimé produit un résultat similaire. Pour accroître l'efficacité de la technique, le jet d'air peut être contrôlé au moyen d'un robinet électromagnétique temporisé et actionné au besoin.

Lorsque les jets d'air à pression dans les conduites servent à dégager les chutes ou les courroies de convoyeur, la technologie de l'effet tourbillon peut être quelquefois appliquée pour réduire sensiblement le volume d'air utilisé. Pour dégager la courroie, une autre méthode permet d'économiser beaucoup d'énergie. Par exemple, une soufflante basse pression peut remplacer l'air comprimé et permettre d'économiser jusqu'à 75 p. 100 de l'énergie normalement consommée.

Utilisation de l'air à des fins autres que la production

Parmi les principales utilisations de l'air comprimé à des fins autres que la production, soulignons le nettoyage ou la purge, l'alimentation des outils à air et la mise en pression du réseau d'incendie. Comme il a été mentionné plus haut. aux fins de nettoyage, la technique de la soufflettes à venturi permet de réaliser des économies d'énergie. Lorsqu'un réseau d'incendie est pressurisé depuis le réseau de distribution d'air principal, l'usine doit habituellement garder au moins un compresseur en marche continue. Le compresseur fonctionne donc même lorsque l'usine est fermée, c'est-à-dire pendant les fins de semaine et les jours fériés. Comme tous les réseaux de distribution d'air fuient, le compresseur en marche doit fournir au moins suffisamment d'énergie pour maintenir la pression malgré les fuites. Cela signifie généralement que le compresseur en marche soutire une grande proportion de la pleine puissance pour compenser les fuites afin de pressuriser le réseau d'incendie. Dans maints cas, à l'usine où fonctionne un compresseur ordinaire de 150 HP hors des heures de travail, ce compresseur peut soutirer 125 HP en raison du dispositif de modulation de son régulateur. L'installation de compresseurs moins puissants (de 3/4 HP à 2 HP) destinés aux seules soupapes différentielles permet de fermer les compresseurs en dehors des quarts de travail.

1.1.6 Sources d'énergie en remplacement de l'air comprimé

Il convient quelquefois de remplacer l'air comprimé par d'autres sources d'énergie, telle que l'énergie hydraulique, qui s'avèrent plus rentables et garantissent un rendement supérieur à celui de l'air comprimé. En règle générale, un système hydraulique offre un rendement de 65 p. 100 à 85 p. 100, alors que celui de l'air comprimé est évalué à environ 15 p. 100, étant donné qu'une très grande partie de l'énergie d'entrée du compresseur est perdue en chaleur de compression.

1.2 Systèmes hydrauliques

Les systèmes hydrauliques sont de plus en plus courants dans l'industrie des produits en bois massif et des panneaux dérivés du bois. Les dispositifs de transport d'énergie qui étaient actionnés au moyen d'entraînements électriques et de mouvements linéaires engendrés par des cylindres à air ont été largement remplacés par des systèmes hydrauliques. À l'origine, les systèmes hydrauliques étaient des systèmes à fonction unique, c'est-à-dire une seule pompe par moteur hydraulique. Actuellement, un seul dispositif de pompage (groupe générateur de pression hydraulique) alimente plusieurs moteurs hydrauliques ou cylindres hydrauliques.

L'industrie des produits du bois a souvent recours à l'hydraulique en positionnement linéaire. L'empilement de cylindres à air combinés, étagés de diverses façons et dont on se servait auparavant, est désormais remplacé par des servovalves, une technologie empruntée à l'industrie de l'aéronautique. Cette technique est désormais fort répandue dans les scieries qui l'appliquent aux scies de guidage, aux coupeuses-déchiqueteuses, aux tables de prépositionnement, etc. Certaines usines ont tenté de reproduire le concept du réseau de distribution d'air comprimé au moyen de dispositifs de pompage hydrauliques multiples mettant en pression un réseau de collecte hydraulique et alimentant en huile plusieurs moteurs et cylindres hydrauliques en fonction de la demande. Certaines de ces méthodes, bien qu'efficaces dans des contextes définis, peuvent ne pas représenter une excellente solution du point de vue du rendement énergétique dans les dures conditions de charges cycliques et variables qui existent dans le secteur des produits du bois.

Voici une brève description des types de systèmes hydrauliques les plus usuels du secteur du bois massif et du panneau dérivé du bois et des fins auxquelles ils sont utilisés, ainsi que des possibilités d'économies d'énergie qu'ils offrent. Il ne s'agit pas d'un exposé exhaustif sur la technologie offerte actuellement sur le marché, mais plutôt d'un exposé sur l'état général de l'industrie. L'annexe E « **A General Background to Efficiency of Industrial Hydraulic Systems** » de la publication source du présent rapport, traite plus en profondeur le sujet des systèmes hydrauliques et des économies d'énergie que ceux-ci génèrent. Cette annexe a d'ailleurs été rédigée par Carroll-Hatch (International) Ltd., dans le cadre du programme Power Smart (Éconergique) de B.C. Hydro.

1.3 Manutention des matériaux

Le secteur du bois massif et du panneau dérivé du bois a recours à l'énergie des fluides hydrauliques pour la manutention des matériaux, dans les opérations à mouvements rotatifs (moteurs hydrauliques) et dans les opérations à mouvements linéaires (cylindres hydrauliques).

Au moment du sciage de contreplaqué et de panneaux de grandes particules orientées, les moteurs hydrauliques sont fréquemment employés pour entraîner les convoyeurs et les plates-formes de transport à chaînes multiples. La manutention des grumes se fait dans plusieurs cas par hydraulique. Étant donné que les convoyeurs à grumes et les plates-formes de transport de grumes sont soumis à des charges fluctuant par à-coups violents et à de fréquentes séquences de marche-arrêt, ils sont particulièrement bien servis par l'hydraulique. Les moteurs hydrauliques sont également employés pour la manutention des bois débités dans les scieries où les charges varient considérablement, les séquences de marche-arrêt sont fréquentes et les variations de vitesses sont nombreuses.

Pour ce qui est des mouvements linéaires, les cylindres hydrauliques remplacent de plus en plus les cylindres à air comprimé dans des composants d'équipement comme les bras de culbuteurs, les butées et les chargeuses de grumes. Dans certaines fonctions industrielles traditionnelles, l'air comprimé est désormais remplacé par les cylindres hydrauliques, particulièrement lorsque les températures sont extrêmement froides et les charges très importantes.

Bien qu'à l'occasion, les systèmes hydrauliques soient plutôt une question de préférence qu'un choix logique, ils sont habituellement utilisés pour des motifs valables.

Il y aurait avantage à utiliser des moteurs hydrauliques dans des cas de surcharges par à-coups violents, de grandes variations de charges, de fréquentes séquences de marche-arrêt ou d'inversion de marche et de multiples variations de vitesses, et dans les conditions exposées ci-dessus. Si des dispositifs d'entraînement électromécaniques étaient utilisés, des demandes aiguës seraient engendrées, ce qui provoquerait le grillage des moteurs ou des pannes mécaniques prématurées à moins que l'entraînement ne soit inutilement surdimensionné.

Voici quelques utilisations types de l'hydraulique en manutention de grumes :

- les plates-formes d'amenage de grumes;
- les convoyeurs d'amenage de grumes vers les opérations de tronçonnage et d'écorçage;
- les plates-formes de stockage des grumes;
- les séparateurs et les démêleurs de grumes.

Souvent, le circuit hydraulique des systèmes de manutention de grumes et les entraînements multiples sont intégrés dans un seul groupe générateur ce qui réduit la puissance installée grâce à la répartition de la charge. (Toutefois, si le système n'est pas conçu pour fournir un bon rendement énergétique, les pertes d'énergie peuvent être importantes.)

Dans le domaine de la manutention des bois débités :

- les démêleurs de bois débités;
- les transporteurs de très lourdes charges de bois débités;
- les transporteurs-classeurs de bois débités;
- les trieuses de bois débités et le matériel de manutention de bois débités empaquetés.

L'hydraulique convient particulièrement aux charges lourdes et aux séquences de marche-arrêt fréquentes.

Les situations auxquelles les cylindres hydrauliques conviennent le mieux sont celles dans lesquelles on retrouve de lourdes charges et des températures extrêmement froides. Dans plusieurs opérations de manutention de grosses grumes, la force nécessaire pour culbuter, balayer ou faire pivoter les grumes est supérieure à la puissance que peuvent fournir les cylindres à air du plus grand diamètre couramment offerts sur le marché.

Les entreprises côtières qui employaient traditionnellement les vieux cylindres à vapeur remplacent de plus en plus ceux-ci par des cylindres hydrauliques.

Dans quelques-unes des usines de conversion du bois du Nord, à l'intérieur des terres, les cylindres hydrauliques sont substitués aux cylindres à air comprimé qui gèlent en hiver à cause des froids extrêmes. L'hydraulique n'est toutefois pas au-dessus de tous les problèmes qu'engendre le froid.

Les cylindres hydrauliques remplacent aussi les cylindres à air lorsque la vitesse doit être réglée avec précision. La vitesse du cylindre hydraulique étant liée au réglage du volume de pompage ou du débit, il est facile de varier la vitesse avec toute la précision requise; l'air comprimé est très limité à cet égard.

Ainsi, compte tenu que, pour accroître le rendement énergétique, la conversion de l'énergie électrique à l'énergie hydraulique est beaucoup plus efficace que la conversion à l'air comprimé, il y a lieu d'envisager l'installation de cylindres hydrauliques là où cela est possible sans nuire au rendement recherché.

1.3.1 Régulation des principales machines

Une grande partie de l'hydraulique dans la fabrication des produits du bois est réservée à la régulation des machines qui composent l'équipement d'origine de l'installation. L'équipement de sciage et de fabrication du contreplaqué et des panneaux dérivés du bois est souvent vendu comme un ensemble, doté de ses propres dispositifs hydrauliques hautement spécialisés. Par exemple, dans l'industrie des panneaux dérivés du bois, les presses comportent un système hydraulique complexe; et dans les scieries, les machines à scier en plateaux et les déligneuses sont généralement toutes munies de leur propre système hydraulique. Il s'agit la plupart du temps de systèmes à fonction unique exigeant des normes de rendement rigoureuses.

Mais étant donné la forte concurrence au sein de l'industrie de fabrication des machines, l'étude et l'acquisition d'un système hydraulique par une usine sont basées sur le meilleur devis présenté sans grand égard au rendement énergétique du système. Voilà une bonne occasion d'avertir les responsables des usines de se préoccuper du rendement énergétique en étudiant les diverses caractéristiques techniques des systèmes et en choisissant les composants les plus efficaces.

1.3.2 Asservissement hydraulique

La technologie de l'asservissement de l'industrie aéronautique a eu d'importantes répercussions dans l'industrie des produits du bois. Au cours de la dernière décennie, les servovalves ont été largement utilisées pour assurer le contrôle rapide et précis des cylindres et des moteurs et pour garantir des tolérances extrêmement serrées comme le réglage des déligneuses et des tours à contreplaqué et également des tolérances moyennes dans d'autres cas.

Pour qu'une servovalve fonctionne conformément à ses caractéristiques théoriques, une chute de pression d'environ 1 000 psi doit exister dans cette valve; mais cette chute de pression se traduit par une forte perte de chaleur à l'intérieur de la valve (donc une perte de puissance). Grâce à une technologie de pointe et à la fiabilité des régulateurs à action proportionnelle qui fonctionnent à une chute de pression de quelque 300 psi dans le robinet, il est possible de réaliser des économies d'énergie dans beaucoup de cas en remplaçant les servovalves par des régulateurs à action proportionnelle. Il en est ainsi notamment lorsqu'il n'y a pas lieu de rechercher une précision très rigoureuse. La majorité des scieries modernes sont équipées de plusieurs systèmes d'asservissement; la rénovation ou la modernisation des scieries plus anciennes comportent généralement l'ajout de systèmes à servovalves.

1.3.3 Possibilités d'économies d'énergie

Pour déterminer les possibilités de diminuer la consommation d'énergie par les systèmes hydrauliques dans les usines de produits du bois, il faut examiner et comprendre divers facteurs. Il est important de définir clairement les exigences en matière de rendement de chaque composant de l'équipement, la nature des charges imposées aux systèmes hydrauliques ainsi que la fréquence et la fluctuation de la charge sur une période déterminée (tout en évaluant les types de systèmes hydrauliques couramment utilisés dans ces cas). Une fois ces données connues, les possibilités d'amélioration du rendement énergétique peuvent être démontrées.

1.3.4 Types précis et caractère de l'utilisation de l'hydraulique

Dans les scieries qui ont recours à l'hydraulique, cette forme d'énergie sert à diverses fonctions dont l'entraînement des convoyeurs, des transporteurs à chaînes, des treuils et des rouleaux, ou l'actionnement des bras, des barres ou des palettes qui poussent, balaient ou culbutent les grumes ou les bois débités d'un lieu à un autre. L'annexe F de la publication source du présent rapport fournit quelques exemples de systèmes hydrauliques.

Les convoyeurs, les transporteurs à chaînes et les entraînements à rouleaux sont soumis à des charges très variables et à des séquences de marche-arrêt fréquentes. Il y a de fortes pointes de charge lorsque les grumes ou les bois débités tombent sur le convoyeur ou s'accumulent, ou encore lorsque le convoyeur se met en marche pleinement chargé et doit vaincre la force d'inertie. Dans certains cas, il faut varier la vitesse. Ces exigences opérationnelles sont plutôt courantes. L'hydraulique doit donc fournir la puissance nécessaire pour répondre à ces besoins.

Il n'existe aucun système hydraulique qui convienne à la fois à toutes ces fonctions. Les scieries plus anciennes peuvent avoir recours à une pompe à cylindrée fixe avec régulateur de débit et à une vanne à centre ouvert qui purge l'excédent d'huile dans un régulateur-diviseur de débit. Lorsque l'entraînement ne fonctionne pas, l'huile basse pression est refoulée vers le réservoir en passant par le centre ouvert de la vanne. Un grand nombre de ces fonctions sont désormais con-

trôlées au moyen d'une pompe de régulation de pression munie d'un distributeur tout-ou-rien qui pompe l'huile à une pression constante et ne la distribue qu'en fonction de la demande. Quelques systèmes comprennent un capteur de charge installé sur la pompe de régulation de pression qui non seulement règle le débit utile, mais fournit la seule pression nécessaire sans dépasser la valeur de consigne maximale. Un autre système – le système hydrostatique – convient particulièrement aux fonctions exigeant une variation de la vitesse de fonctionnement. C'est un système bouclé, et le réglage du débit de la pompe est modifié par le signal d'un régulateur en fonction des exigences du moment. Le système fournit la seule pression utile.

Les culbuteurs, les balayeurs, les chargeuses, les portes et les engins de levage sont utilisés pour déplacer des grumes ou des bois débités, habituellement, un à la fois, d'un transporteur à chaînes à un convoyeur, d'un convoyeur à un autre, d'un convoyeur à un transporteur à chaînes; pour pousser le bois sur une plate-forme de stockage ou le charger sur une machine; pour lever des portes, des butées ou des rouleaux. Dans ces cas-ci également, les charges peuvent varier beaucoup, surtout durant la manutention des grumes alors que celles-ci sont amenées, sans égard à leur diamètre, à leur longueur et même à leur degré d'humidité. Et tous ces paramètres peuvent différer amplement d'une pièce de bois à l'autre. Lorsque ce type de manutention est utilisé pour les bois débités, les dimensions des pièces peuvent être plus uniformes que celles des grumes, mais suivant l'opération (p. ex., culbutage des planches derrière la tête d'une scie à ruban), les dimensions des planches peuvent considérablement varier. Cette charge n'est pas continue étant donné que le système n'est actionné qu'au moment du déchargement de la grume ou du bois débité. Dans ces cas, les cylindres hydrauliques (pistons) conviennent.

Soulignons à nouveau qu'il n'existe aucun système particulier qui réponde à la fois à toutes les exigences des diverses opérations.

Plusieurs anciens équipements étaient dotés de pompes à cylindrée fixe avec vanne à centre ouvert; l'huile s'écoulait à basse pression par le centre ouvert de la vanne pour revenir dans le réservoir lorsqu'il n'y avait pas lieu d'actionner le système. Dans certains circuits inefficaces, l'excédent de débit ou le débit lorsque l'actionneur n'était pas utilisé était retourné au réservoir en passant par une soupape de décharge. Il n'y a pas très longtemps, ces systèmes étaient munis de pompes de régulation de pression et, dans certains cas, d'un capteur de charge.

Dans ces deux cas, et dans les cas des convoyeurs, des transporteurs et des entraînements à rouleaux, le système hydraulique est doté d'un seul dispositif de pompage distribuant l'huile à un certain nombre de moteurs ou de cylindres hydrauliques. Les moteurs et les cylindres sont souvent combinés. Dans plusieurs situations, les actionneurs ne se déclenchent pas tous à la fois, et les demandes de pressions maximale et moyenne varient largement. D'un point de vue énergétique, la solution n'est pas excellente. En effet, si une pompe de régulation de pression est installée, l'huile est sans cesse refoulée à la pression maximale quelle que soit la demande.

Les principaux rouleaux d'amenage, les transporteurs à chaînes et les engins de levage à rouleaux de l'installation déplacent des charges variées, bien que ces grandes machines ne subissent pas de mises en marche et d'arrêts fréquents. Mais étant donné que les machines déplacent des grumes, des équarris ou des planches, un à la fois, sauf si ces pièces sont amenées bout à bout, pendant un moment seuls les rouleaux ou les chaînes sont entraînés.

Ces systèmes peuvent être entraînés au moyen des systèmes hydrauliques décrits ci-dessus.

1.3.5 Positionnement linéaire (asservissement hydraulique)

Étant donné l'augmentation croissante des niveaux de production et le besoin d'une précision accrue dans la coupe du bois, le positionnement linéaire devient de plus en plus utile. Cela se voit notamment dans le réglage de la largeur des scies ou du positionnement d'une pièce de bois dans le sens qui permet la meilleure coupe du bois débité dans cette pièce. Il fut un temps où ces fonctions étaient exécutées à la main ou à l'aide d'une combinaison de cylindres. Ensuite, on a utilisé à une plus grande échelle les servovalves et, plus récemment, grâce aux progrès technologiques, les régulateurs à action proportionnelle. Dans ces cas, les scies sont réglées ou encore le bois débité est positionné, une pièce à la fois. Ainsi, l'utilisation n'est pas continue. La charge moyenne est généralement constante, puisque seuls les scies ou les bras-guides sont déplacés plutôt que la pièce de bois, sauf si des positionneurs linéaires sont utilisés pour régler l'orientation de la grume sur le chariot alimentant la tête de la scie à ruban. Généralement, chacun de ces systèmes est muni de multiples cylindres de positionnement alimentés par un seul dispositif de pompage.

Les types de systèmes hydrauliques les plus usuels sont les pompes de régulation de pression à servovalves et les cylindres de positionnement linéaire dotés d'un transducteur linéaire qui transmet les positions à la servovalve. Ces servovalves sont perforées de très petits orifices qui assurent la précision de rendement recherchée, exigeant généralement une chute de pression dans la valve de quelque 1 000 psi. Cette chute de pression est de l'énergie perdue sous forme de chaleur. Par contre, les régulateurs à action proportionnelle gagnent en popularité sur les servovalves en raison d'un coût d'achat plus bas et d'une plus grande tolérance à la contamination. Ils exigent également une chute de pression inférieure dans le robinet pour atteindre le rendement prévu selon leurs caractéristiques techniques.

1.3.6 Possibilités d'économies d'énergie

Les possibilités d'économies d'énergie dans ces deux types d'utilisation comportent deux volets. Le premier consiste à envisager l'utilisation de composants qui assurent un rendement accru comme des pompes, une robinetterie, des moteurs et des dispositifs de réglage de pompes qui sont mieux conçus que le matériel en place. L'autre volet est la conception du circuit hydraulique comme tel, particulièrement dans le cas d'une seule pompe à fonctions multiples. L'optimisation des composants à haut rendement en fonction du circuit hydraulique va de soi.

Idéalement, le système serait constitué de la pompe la plus efficace pompant l'huile dans le meilleur robinet entraînant le moteur ou les cylindres les plus efficaces en ne fournissant que la pression utile et au seul moment opportun. Mais comme cela ne ressemble nullement à la situation habituelle dans l'industrie des produits du bois, compte tenu des restrictions budgétaires et opérationnelles, d'autres solutions sont étudiées.

Dans le cas d'entraînements de convoyeurs exigeant une fluctuation de vitesse, lorsque le système exécute une seule fonction, une transmission hydrostatique dans un système bouclé serait plus efficace qu'une pompe de régulation de pression avec régulateur de débit à action proportionnelle. Dans le dernier cas, la pompe fournirait sans cesse un refoulement à pression maximale, y compris l'énergie perdue par le régulateur de débit à action proportionnelle.

Dans les entraînements ou dans les cylindres linéaires qui n'exigent pas de fluctuation de vitesse et qui sont raccordés à une pompe unique à fonctions multiples, la méthode courante d'alimentation de ces composants au moyen d'une pompe de régulation de pression peut se révéler très énergivore. Le cas échéant, l'huile pompée est sans cesse refoulée conformément au réglage du com-

pensateur de pression qui correspond à la pression maximale que la pompe doit fournir pour satisfaire aux plus fortes demandes de pression qui lui sont imposées. Par conséquent, si le point de consigne maximal est fixé à 2 000 psig et que la demande moyenne de pression est évaluée à 1 000 psig, seuls 50 p. 100 environ de l'énergie est requise, mais la pompe fournit toujours 100 p. 100 de l'énergie requise et perd les 50 p. 100 inutilisés en chute de pression dans un régulateur de débit ou dans un robinet qui engendre de la chaleur. Si une seule des fonctions exige la pression maximale et les autres n'exigent que de 15 p. 100 à 25 p. 100 de la pression, une fois de plus la pompe refoule l'huile à la pression maximale et gaspille beaucoup d'énergie.

Le rendement peut être amélioré de diverses manières :

- Grouper les fonctions selon leurs exigences en matière de pression si les besoins sont soutenus. Chacune de ces catégories de pression serait desservie par sa propre pompe de régulation de pression. Si les besoins de pression ne sont pas continus, la pompe doit être dotée d'un capteur de charge.

- Isoler chaque fonction avec son propre dispositif de pompage. Si la pompe à cylindrée fixe est correctement dimensionnée en fonction de chaque système, seule la pression nécessaire à chaque fonction sera fournie. Cette méthode est généralement plus coûteuse que la première.

- Ajouter un capteur de charge à la pompe de régulation de pression avec la robinetterie d'asservissement appropriée. Ce système ne fournira que la pression maximale et le débit qu'exigent tous les actionneurs dans des conditions déterminées. Cette méthode n'est pas aussi efficace que les deux précédentes, mais elle est préférable au premier cas exposé.

Lorsqu'il faut recourir au positionnement linéaire, les possibilités de réduire la consommation d'énergie sont nombreuses grâce au régulateur à action proportionnelle dans la mesure où ce dispositif convient aux opérations. Le régulateur à action proportionnelle exige une chute de pression relativement faible et se satisfait d'une filtration moins parfaite que divers autres composants, ce qui a pour effet de diminuer l'importance de la propreté de l'huile et de la chute de pression au filtre.

Les possibilités d'améliorer le rendement énergétique de ces systèmes sont directement liées à l'installation et à l'opération visées; elles doivent donc être évaluées dans leur contexte propre. Par conséquent, toute généralisation sur des économies d'énergie types n'aurait pas de véritable fondement.

1.4 Ventilateurs

Les ventilateurs sont essentiellement des pompes utilisées pour déplacer des gaz de tous genres dont le plus courant est l'air. Le ventilateur déplace l'air en créant à sa sortie une pression supérieure à la pression d'entrée. Cette pression différentielle est désignée delta P ou Δ P. La roue du ventilateur transmet à l'air non seulement une pression statique (ou énergie potentielle) mais en plus, comme l'air est aspiré dans le ventilateur, une pression dynamique (énergie cinétique)

La majorité des ventilateurs sont actionnés par des moteurs électriques. La puissance que doit fournir le moteur correspond au travail effectué pour pousser l'air à travers le ventilateur, et aux pertes de charge par frottement. Cette chaleur due au frottement est aussi engendrée par les roulements du ventilateur et par le dispositif d'entraînement entre le moteur et le ventilateur. Pour réduire l'énergie électrique utilisée pour entraîner le ventilateur, il faut choisir un ventilateur avec un circuit qui produit le moins de pertes possible.

Comme il a été souligné précédemment dans ce rapport, les ventilateurs et les soufflantes offrent de façon déterminée le plus grand potentiel d'économies d'énergie dans les usines de produits du bois. Ce grand potentiel s'explique en partie par le fait que les ventilateurs et les soufflantes, en règle générale, fonctionnent continuellement et soutirent une grande partie de la puissance maximale de moteur installée (ou puissance nominale), sans exception. Cela contraste, par exemple, avec un convoyeur d'usine de conversion de bois qui, en moyenne, utilise un faible pourcentage de sa puissance installée, étant donné que son moteur doit avoir la puissance maximale nécessaire pour démarrer le convoyeur (vaincre le frottement statique) lorsque le convoyeur est surchargé. Lorsque le convoyeur ne transporte que peu de matériaux, il n'a besoin que de peu d'énergie.

Abordons en premier lieu les ventilateurs axiaux (ou hélicoïdaux). Ces ventilateurs sont moins chers à l'achat que les ventilateurs centrifuges, mais sont très limités quant à la pression différentielle (Δ P) qu'ils parviennent à engendrer, soit moins de 51 mm d'eau (CE) ou 2 po CE. La plus grande puissance maximale installée d'un ventilateur axial est employée dans les séchoirs à bois débité et dans certains séchoirs à placage (les séchoirs rotatifs, les séchoirs tubulaires instantanés et beaucoup de séchoirs à placage sont munis de ventilateurs centrifuges).

Les ventilateurs axiaux, installés dans les séchoirs à bois débité, brassent la vapeur ou l'air chauffé dans les espaces libres des bois débités empilés sur baguettes. Ce brassage amène la chaleur au bois débité favorisant l'évaporation de l'eau et engendre la vitesse nécessaire pour recueillir la vapeur d'eau ainsi produite à la surface du bois et l'expulser. Le même processus de séchage se déroule dans le séchoir à placage. Un grand séchoir a, dans plusieurs cas, 120 HP (90 kW) de puissance de moteur installée entraînant les ventilateurs brasseurs d'air axiaux. Une usine possède de un à sept grands séchoirs.

Des économies d'énergie peuvent être réalisées principalement dans deux domaines :

- la conception de la roue du ventilateur;
- les entraînements à vitesse réglable.

Les ventilateurs brasseurs d'air du séchoir sont d'une conception tout à fait particulière parce que le sens du brassage doit être périodiquement inversé de manière à assurer un séchage uniforme dans tout le séchoir. Il est souhaitable que les ventilateurs soient tous aussi efficaces les uns que les autres sans égard au sens du brassage. De grands progrès technologiques ont été réalisés dans le domaine de la roue de ventilateur de séchoir depuis 1972 par des sociétés comme Aerovent, Hartzell et Smithco. Nombre de séchoirs sont dotés de roues de ventilateurs d'une conception ancienne ou, de roues de ventilateurs conçues pour assurer un écoulement dans un seul sens, ce qui réduit nettement le rendement dans le sens inverse.

Il est possible d'accroître le rendement de façon manifeste en remplaçant les roues de ventilateurs par des roues de modèles récents, plus efficaces que les anciennes. Cette transformation implique la plupart du temps une accélération de la vitesse de rotation du ventilateur et peut exiger le remplacement des roulements. Ces changements pourraient diminuer la consommation énergétique de 40 p. 100.

Le deuxième domaine qui offre un potentiel d'économies d'énergie est l'installation d'entraînements à vitesse réglable dans le ou les moteurs d'entraînement. Cela comprend habituellement un convertisseur à fréquence variable transistorisé (de concert avec le moteur c.a. existant).

La possibilité d'économiser l'énergie tient à ce qu'il n'y a pas lieu de maintenir à son niveau maximal la vitesse de brassage de l'air dans le séchoir tout au long du cycle de séchage. Cela s'explique par le fait que le séchage du bois s'effectue suivant une courbe (et non pas une ligne droite). Chaque essence a une courbe particulière. La vitesse de séchage est plus accélérée au début lorsque le bois est le plus mouillé. C'est à ce stade que l'écoulement de la vapeur ou de l'air brassé

doit fournir la chaleur la plus intense dans le séchoir et que la plus grande proportion de vapeur doit être extraite. La vitesse de séchage décroît à mesure que le bois sèche et, par conséquent, l'air peut circuler à une vitesse moins élevée.

La puissance requise pour entraîner un ventilateur dans un circuit de circulation d'air est proportionnelle, à peu de choses près, au cube du débit d'air. Ainsi, lorsque le débit diminue à mesure que sèche le bois, l'énergie électrique utilisée par l'entraînement du ventilateur décroît sensiblement.

De nombreuses analyses démontrent que, dans l'ensemble, l'installation appropriée d'entraînements à vitesse variable dans les ventilateurs brasseurs d'air des séchoirs permet de diminuer la consommation d'énergie électrique de 40 p. 100.

1.4.1 Ventilateurs centrifuges

Les ventilateurs centrifuges sont largement utilisés dans les usines à diverses fins. Par exemple :

- les installations de transport pneumatiques basse pression;
- les systèmes de dépoussiérage de la salle des machines;
- l'air de combustion destiné au chauffage des fours alimentés au mazout, au gaz naturel ou aux déchets de bois : chaudières, appareils de chauffage géothermique, séchoirs à chauffe directe, séchoirs à placage, etc.;
- les ventilateurs aspirants des chaudières, des appareils de chauffage géothermique, des chauffe-eau, des séchoirs rotatifs, des séchoirs tubulaires instantanés, etc.;
- les ventilateurs de recirculation des séchoirs à chauffe directe, des séchoirs à placage, des séchoirs rotatifs, etc.;
- le mouvement d'air inversé dans les machines à empiler les panneaux de placage;
- le nettoyage du matériel de contrôle anti-émissions (p. ex., le nettoyage automatique des sacs filtrants d'un poste de filtrage);
- les ventilateurs aspirants d'extraction du matériel d'évacuation des fumées (p. ex., les ventilateurs aspirants d'extraction des séparateurs électrostatiques par voie sèche ou humide, des lessiveurs de lits de pierres électrifiés, des lessiveurs de roue de ventilateur, etc.).

Il existe beaucoup de méthodes de réduction de la consommation énergétique des ventilateurs centrifuges. Par exemple :

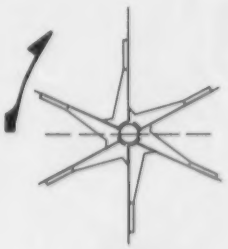
- un ventilateur conçu pour être efficace;
- un débit réduit;
- des pertes réduites dans le système de ventilation (dans les gaines, les coudes, les échangeurs de chaleur, les orifices, etc.).

Il existe plusieurs types fondamentaux de roues de ventilateur (voir la figure 2) :

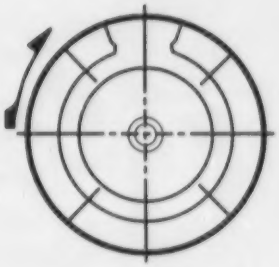
- la roue à aubes radiales;
- la roue à aubes inclinées vers l'arrière ou courbées vers l'arrière;
- la roue à aubes profilées;
- la roue à aubes courbées vers l'avant (ne convient pas à des utilisations industrielles).

La majorité des ventilateurs installés dans les usines de produits du bois, sont des ventilateurs à aubes radiales. Ce sont les ventilateurs les plus élémentaires et les plus économiques, mais ceux qui offrent le pire rendement. Toutefois, il faut installer ce genre de ventilateur lorsque l'air traversant le ventilateur est lourdement chargé de poussière. Le secret consiste à installer le ventilateur à aubes radiales le plus efficace possible.

VENTILATEUR À AUBES RADIALES OUVERTES .....



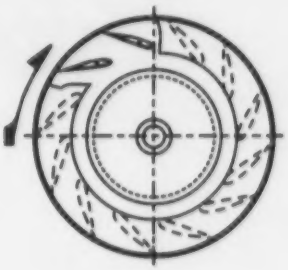
VENTILATEUR À AUBES RADIALES CAISSONS .....



VENTILATEUR À AUBES INCLINÉES VERS L'ARRIÈRE .....

VENTILATEUR À AUBES COURBÉES VERS L'ARRIÈRE .....

VENTILATEUR À AUBES PROFILÉES .....



VENTILATEUR À AUBES COURBÉES VERS L'AVANT .....

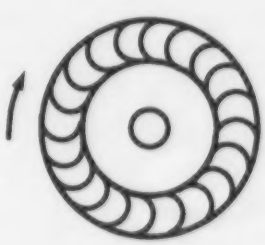


FIGURE 1 – VENTILATEURS CENTRIFUGES

Les deux principaux modèles de ventilateurs à aubes radiales sont les suivants :

- le ventilateur à aubes radiales ouvertes;
- le ventilateur à aubes radiales caissons.

Dans plusieurs cas, le ventilateur est du type à aubes radiales ouvertes, très robuste mais peu efficace. La roue est dotée d'un grand croisillon moulé centré sur l'axe des pales. L'air doit circuler dans le croisillon, au-dessus et le long de ce croisillon; au cours de cette trajectoire, les pertes d'énergie sont grandes. Ces ventilateurs ont été installés dans des usines et leur rendement statique a été évalué à 45 p. 100. En règle générale, leur rendement se situe entre 50 p. 100 et 55 p. 100 et leur rendement statique maximal, selon les données publiées, est établi à 66 p. 100.

Le ventilateur à aubes caissons a un rendement largement supérieur au précédent et, s'il est bien construit, résiste à de forts taux d'empoussiérage. Son rendement, selon les données publiées, peut atteindre 72 p. 100, mais cette valeur semble plutôt optimiste.

Lorsque le taux d'empoussiérage est bas ou nul, le ventilateur à aubes inclinées vers l'arrière ou à aubes courbées vers l'arrière convient tout à fait. C'est un ventilateur robuste de type industriel dont le rendement peut atteindre 82 p. 100.

Le ventilateur à aubes profilées offre le meilleur rendement (90 p. 100), mais ne résiste ni à l'empoussiérage ni à l'abrasion. Il est également difficile à réparer ou à remettre à neuf dans une usine de produits du bois.

Le ventilateur à aubes inclinées vers l'arrière représente sans doute le meilleur compromis des points de vue rendement, robustesse, tolérance à la poussière et facilité d'entretien.

1.5 Installations de transport pneumatiques

1.5.1 Installations de transport pneumatiques haute pression

Cette installation de transport pneumatique se retrouve à des centaines d'exemplaires dans les usines de produits du bois. Certaines usines en ont quatre ou cinq. L'installation convient particulièrement au transport sur de grandes distances, soit de 200 pieds à 1 000 pieds (60 m à 300 m), de matières comme :

- la sciure de bois vert;
- la sciure ou les particules de rabotage;
- les bûchettes de chauffage;
- la poussière de ponçage;
- les copeaux à pâte;
- les fines particules de copeaux (après le tamis à copeaux).

L'aménagement type d'une installation de transport pneumatique haute pression est illustré à la figure 2.

Ces installations de transport sont très énergivores. Les soufflantes consomment de l'énergie non seulement pour transporter les matières, mais aussi pour déplacer de grandes quantités d'air. Une plus grande quantité d'énergie est utilisée pour déplacer l'air que pour transporter les matières. Malgré tout, l'installation de transport pneumatique haute pression/faible débit est sensiblement plus efficace que l'installation basse pression (traitée ci-dessous).

Des économies d'énergie peuvent être réalisées au moyen des deux genres d'installations, comme indiqué ci-après, par :

- la diminution de la pression d'air à laquelle la soufflante ou le ventilateur doit résister;
- la réduction du volume d'air déplacé par unité de temps (débit – m^3/s ou pi^3/min);
- l'installation de soufflantes ou de ventilateurs à rendement supérieur;
- le réaménagement de l'installation de transport pneumatique dans le but de diminuer les pertes.

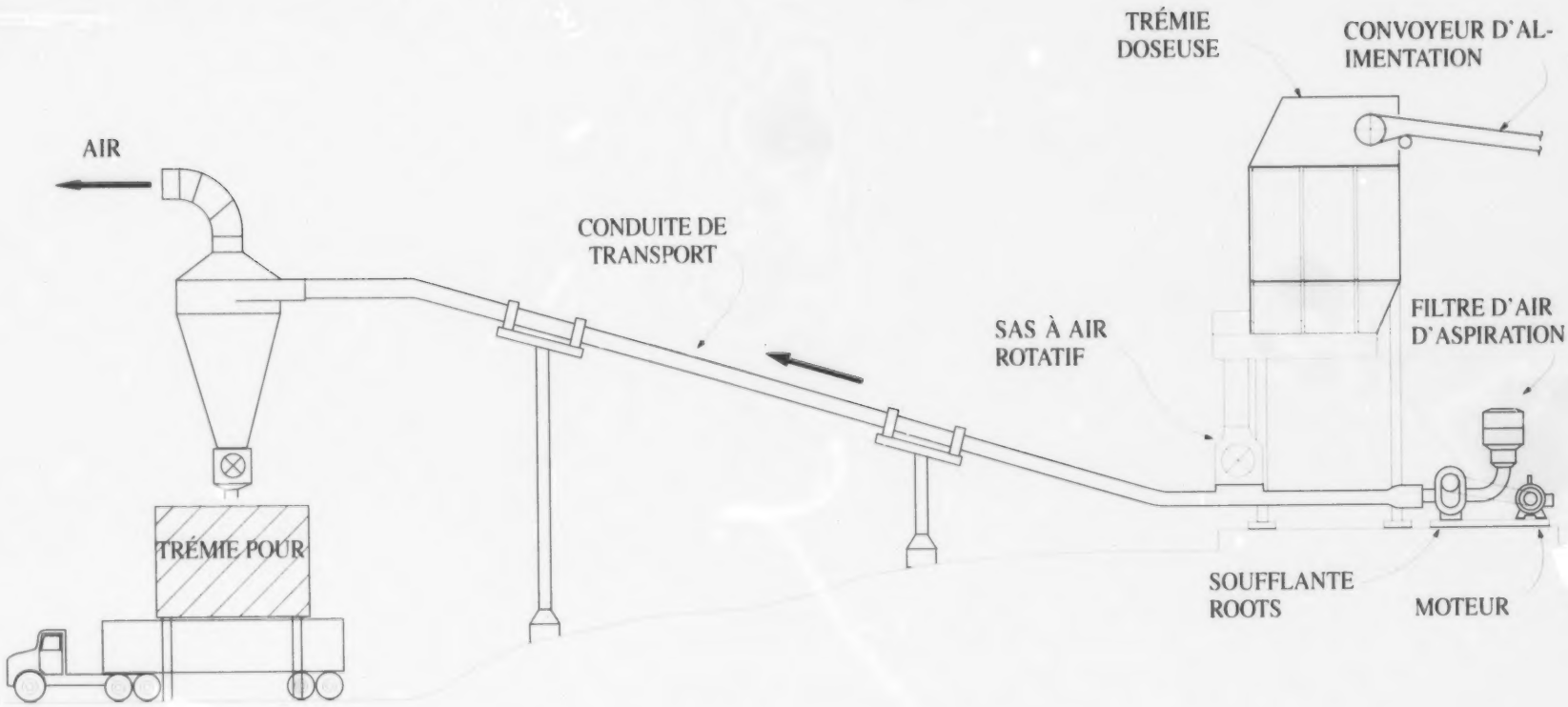


FIGURE 2 - VUE EN COUPE D'UNE INSTALLATION DE TRANSPORT PNEUMATIQUE HAUTE PRESSION

S'il est possible de diminuer le débit d'air, la puissance requise diminuera également à un rythme proportionnel au cube de la baisse du débit (toutes autres valeurs étant constantes). Il est facile de comprendre que même une faible baisse de débit entraîne une réduction sensible de l'énergie utilisée.

Une analyse étape par étape de l'installation permet de déterminer les économies d'énergie potentielles. Cette analyse consiste à :

- déterminer le poids de la matière transportée par unité de temps;
- déterminer le taux relatif des poussées de charge de la matière;
- déterminer le débit d'air refoulé par la soufflante (m^3/s);
- déterminer la pression à laquelle doit résister la soufflante;
- à titre de contrôle, mesurer l'intensité de courant et la tension de chaque phase vers le moteur d'entraînement de la soufflante;
- mesurer le diamètre de la conduite et calculer la vitesse d'air;
- déterminer, en fonction de la matière transportée, si le poids de l'air utilisé pour le transport par kilogramme de matière est convenable. Si ce poids est beaucoup plus élevé qu'il est nécessaire, il faudrait ralentir la soufflante (ce qui est habituellement très facile) et, s'il y a lieu, envisager la possibilité de diminuer le diamètre de la conduite de transport. Avant de ralentir la soufflante, il faut procéder à un contrôle pour s'assurer que la vitesse de la conduite n'est pas inférieure à la vitesse de sédimentation de la matière particulière transportée.

Dans plusieurs cas, le débit est supérieur à ce qu'il devrait être. La cause est souvent l'évaluation trop prudente de la charge des matières à transporter avant le démarrage de l'installation. Autrement dit, la conception de l'installation est trop complexe de manière à prendre en charge les imprévus. Une analyse ultérieure permet habituellement de découvrir des moyens d'économiser l'énergie.

S'il y a des poussées de charge assez considérables, un débit maximal équivalant par exemple à 2,5 fois le débit moyen (ce qui n'est pas inhabituel dans les usines de produits du bois) et qu'il n'y a pas de trémie doseuse (voir la figure 2), alors les dimensions de l'installation de transport pneumatique doivent être près du double de ce qui est nécessaire, car il faut conserver un certain excédent de capacité relativement à la moyenne. L'installation d'une trémie doseuse favorisera une baisse sensible de la consommation énergétique.

Une possibilité intéressante d'économies d'énergie s'offre à plusieurs usines qui chargent les copeaux à pâte à bord de wagons tombereaux. Pratiquement tous les systèmes de chargement comportent une installation de transport pneumatique haute pression/faible débit qui rejette les copeaux à l'extrémité de la conduite directement dans le wagon. L'extrémité de la conduite est rattachée à un portique surplombant le wagon. Elle se balance dans un mouvement de va-et-vient en suivant le chargement du wagon; le wagon avance aussi au fur et à mesure qu'il est rempli. À la vitesse à laquelle tombent les copeaux dans le wagon, ils s'entassent densément, ce qui augmente leur poids de quelque 50 p. 100. Étant donné que le coût de transport des copeaux depuis l'usine de produits du bois jusqu'à l'usine de pâte est calculé au nombre de wagons, plus il y a de copeaux dans chaque wagon, moins le coût de transport est élevé. Toutefois, comme il a été expliqué ci-dessus, le transport pneumatique est très énergivore.

Une autre technique de transport est celle du convoyeur mécanique (courroie, chaîne, vis sans fin, etc.) qui déplace les copeaux; l'appareil fonctionne de concert avec le système d'accélération réglable suspendu au portique qui entasse les copeaux dans le wagon. Selon la distance qui sépare le lieu où se trouvent les copeaux dans l'usine (la coupeuse-déchiqueteuse ou le tamis à copeaux)

du lieu de chargement du wagon, l'énergie requise par le système mécanique équivaut entre 1/5 et 1/10 de l'énergie consommée par le système pneumatique. Par exemple, au lieu de 400 HP de puissance installée, l'installation mécanique aurait 60 HP et fonctionnerait à un plus faible pourcentage de la puissance de moteur nominale que l'installation pneumatique.

Un autre moyen intéressant de réduire la consommation énergétique est une installation de transport pneumatique tout à fait innovatrice qui déplace les matières dans la conduite par amas ou bouchons, comme si elle poussait des pistons (bouchons) l'un à la suite de l'autre dans la conduite. Cette installation élimine le besoin d'une grande quantité d'air et d'énergie utile parce qu'il n'est plus nécessaire de garantir que la vitesse de déplacement soit constamment supérieure à la vitesse de sédimentation de la plus lourde particule de la matière transportée.

L'installation a été mise au point par la British Columbia Research, de l'université UBC, de Vancouver, en vertu d'un contrat octroyé par le gouvernement fédéral.

Les économies d'énergie réalisées grâce à cette installation dépendent, une fois de plus, de la distance de transport, du poids par heure de la matière, de la nature de la matière et des caractéristiques de l'installation en place. Toutefois, les économies sont évaluées entre 50 p. 100 et 80 p. 100.

Un autre avantage qu'offre l'installation est l'absence du cyclone ou de tout autre dispositif de séparation à l'extrémité de la conduite de transport. Ainsi les pertes d'énergie, les coûts d'entretien et les rejets connexes à ces dispositifs sont éliminés. L'extrémité de la conduite peut tout simplement faire saillie à la partie supérieure de la paroi de bout de la trémie de destination. Les amas sont rejetés de la conduite et tombent dans la trémie. Le faible volume d'air entre chacun des bouchons est tout simplement ventilé hors de la trémie.

1.5.2 Installations de transport pneumatiques basse pression

L'installation de transport pneumatique basse pression comporte un ventilateur centrifuge (voir la figure 3). Le modèle classique est doté d'un ventilateur à aubes radiales ouvertes dont le rendement est très faible. Les matières transportées traversent le ventilateur et se déplacent dans la conduite vers le point de destination où elles sont isolées de l'air qui les transporte au moyen d'un cyclone (ou dans un modèle plus récent, au moyen d'un poste de filtrage; ou d'une combinaison des deux).

Étant donné que les matières passent par le ventilateur, il faut prévoir un ventilateur à aubes radiales.

La consommation énergétique peut être réduite comme il a été exposé dans la section **Ventilateurs**, ci-dessus. Mais comme ce genre d'installation de transport pneumatique est souvent utilisé dans les usines de produits du bois pour extraire la sciure de bois, les copeaux et autres résidus provenant des machines de production – scies, raboteuses, sableuses, etc.– puis pour transporter ces résidus jusqu'à une trémie pour camion, à un silo de stockage ou à un four d'incinération, ce sujet sera traité plus en profondeur ci-dessous.

Le premier moyen d'économiser l'énergie serait d'installer un nouveau ventilateur plus efficace que l'ancien. Il s'agit, par exemple, de substituer au ventilateur ordinaire à aubes radiales offrant un rendement statique de 50 p. 100 un ventilateur à aubes inclinées vers l'arrière dont le rendement est évalué à 80 p. 100 – de manière à diminuer la consommation de 38 p. 100. Mais cet objectif ne peut pas être atteint uniquement en remplaçant le ventilateur par un autre plus efficace parce que le nouveau ventilateur ne résistera pas à un taux d'empoussiérage élevé. L'installation de transport doit être modifiée de façon à protéger le ventilateur contre la poussière en le plaçant en aval du cyclone ou de tout autre dépoussiéreur (voir la figure 3). Cet aménagement est tout à fait acceptable et les usines en opérations s'en prévalent.

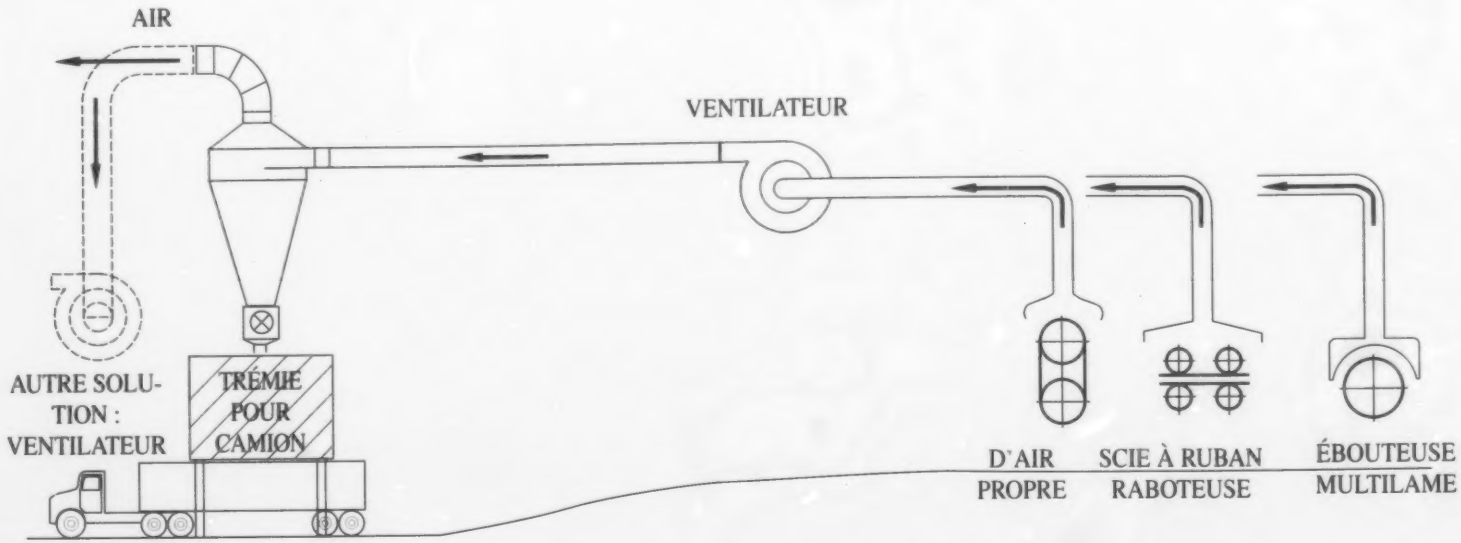


FIGURE 3 - VUE EN COUPE D'UNE INSTALLATION DE TRANSPORT PNEUMATIQUE BASSE PRESSION

CARROL HATCH (INTERNATIONAL) LTD.

Le deuxième domaine dans lequel peuvent être réalisées des économies d'énergie est celui du débit (m^3/s ou pi^3/min). Encore une fois, une légère baisse du débit entraîne de grandes économies d'énergie, comme il a été expliqué ci-dessus. Dans plusieurs cas, le débit est beaucoup plus fort qu'il est nécessaire pour transporter la matière à la vitesse de refoulement maximale. En outre, la vitesse dans les conduites est souvent largement supérieure à la vitesse de sédimentation de la matière. Alors le débit peut être réduit.

Lorsqu'une diminution du débit restreint la capacité de l'air s'écoulant dans les hottes à capter ou à ramasser la matière, la hotte doit être modifiée pour que la vitesse à l'intérieur soit accrue (et pour augmenter la pression différentielle – Δ P, – utile du ventilateur). Cette modification diminue le gain d'énergie réalisé par la baisse du débit, mais malgré cela, dans l'ensemble, la consommation énergétique est largement réduite.

Une autre possibilité d'économiser l'énergie réside dans le séparateur ou le collecteur correspondant à un cyclone généralement. Les cyclones types des usines de produits du bois ont un Δ P contre lequel le ventilateur doit refouler – ou aspirer – 38 mm CE (1 1/2 po CE) à 152 mm CE (6 po CE). Rien ne garantit que les cyclones à Δ P élevé sont de plus puissants collecteurs que les cyclones à bas Δ P. Ce qui importe avant tout est la taille et la configuration du cyclone. Ces deux paramètres doivent satisfaire aux demandes d'air au Δ P minimal. Toutefois, une évaluation sommaire du cyclone doit être faite; les cyclones produisent souvent une pression différentielle plus élevée que nécessaire. L'entrée doit être lisse, dépourvue d'obstructions ou d'orifices inutiles. L'intérieur doit aussi être lisse (sans bosselage important ni plaque d'usure aux extrémités proéminentes, ni indicateurs faisant saillie dans le cyclone inférieur). Tous ces défauts sont très faciles à corriger, et leur élimination permettra de diminuer le Δ P ainsi que la puissance de tirage du ventilateur (tout en réduisant l'entraînement des particules).

Les économies d'énergie les plus simples peuvent être réalisées en déterminant le volume d'air aspiré dans l'installation à cause des fuites dans les conduites. Généralement, les installations des usines ont des fuites. Il est évident que l'installation fonctionne malgré ces dernières (sinon les fuites auraient été bouchées). Alors pour économiser l'énergie, les fuites doivent être colmatées et le débit du ventilateur doit être réduit de manière à être équivalent au débit d'aspiration fourni avant le colmatage.

Pour ce qui est de la roue du ventilateur, une solution intéressante qui permettrait de diminuer sensiblement l'énergie utilisée consiste à remplacer la roue par une autre plus efficace tout en gardant la même enveloppe. Mais jusqu'ici, aucune usine n'a réussi à le faire. La roue du ventilateur doit s'ajuster à l'enveloppe et il semble que les nouvelles roues qui offrent un meilleur rendement que les anciennes ne peuvent pas être adaptées aux enveloppes existantes. Cette solution deviendrait possible si une entreprise concevait des roues sur commande en fonction des enveloppes existantes. Toutefois, il est fort peu probable que la roue faite sur commande soit plus chère qu'un nouveau ventilateur autonome à haut rendement.

Il y aurait davantage lieu de se concentrer sur l'étude de systèmes de dépoussiérage basse pression, et plus précisément sur la conception de hottes de dépoussiérage dans les salles de machines (scies, coupeuses-déchiqueteuses, tamis, convoyeurs, etc.). C'est le total de la superficie ouverte de ces hottes multiplié par la vitesse requise pour capter les particules qui détermine, en dernier lieu, la taille de l'installation et le débit continu d'énergie nécessaire. La vitesse de captage est engendrée par le soutirage du Δ P. Beaucoup d'installations fonctionnent à 250 mm CE (10 po CE) et plus. Beaucoup d'installations n'ont pas besoin d'une aussi forte charge dynamique équivalente.

Une autre méthode d'économie d'énergie dans une installation récente consiste à diviser l'installation en deux sous-systèmes ou plus, en raccordant les salles de machines qui exigent une haute pression à l'un des sous-systèmes et les autres machines n'exigeant qu'une basse pression, à l'autre ou aux autres sous-systèmes.

1.6 Entraînements

Le mode d'entraînement de l'équipement le plus courant dans l'industrie est une combinaison de moteurs électriques, d'entraînements flexibles, de manchons d'accouplement, de réducteurs à engrenages et de chaînes à rouleaux.

Les possibilités d'économies d'énergie dans les entraînements d'équipement touchent principalement les industries des produits en bois massif et des panneaux dérivés du bois.

1.6.1 Entraînements flexibles

Les entraînements flexibles servent de raccord réducteur (ou multiplicateur) de vitesses entre un moteur et un réducteur à engrenages. Ils amortissent aussi les vibrations et absorbent les effets de choc. Il existe divers genres d'entraînements flexibles dont la courroie plate, la courroie trapézoïdale, la courroie de synchronisation et la chaîne à rouleaux.

Courroie plate

Une courroie plate offre un rendement d'environ 98 p. 100 dans la mesure où elle est choisie et installée de façon appropriée. Le rendement de cet entraînement est étroitement lié à son tensionnage.

Courroie trapézoïdale

Le rendement de la courroie se situe entre 70 p. 100 et 96 p. 100. L'effet de torsion influe sensiblement sur ce rendement; l'un est directement proportionnel à l'autre. Par exemple, à 20 p. 100 du moment théorique le rendement étant évalué à 80 p. 100, une fois le moment théorique presque atteint, le rendement se situerait à 96 p. 100.

Le rendement de la courroie trapézoïdale est étroitement lié au tensionnage. Il faut régler la tension de la courroie périodiquement de façon à éviter les risques de glissement. Le glissement entraîne une perte d'énergie sous forme de chaleur.

Le choix de la poulie a aussi une incidence sur le rendement de la courroie. Les poulies de grand diamètre accroissent le rendement. Toutefois, la force centrifuge impose une limite maximale au diamètre. Ainsi, lorsque la vitesse de la courroie approche 4 200 pi/min, la force centrifuge tend à rabattre la force de la courroie contre la roue à gorge, ce qui réduit le rendement et augmente l'usure.

Courroie de synchronisation

Les courroies de synchronisation n'utilisent pas le frottement pour transmettre l'énergie et c'est pourquoi elles ne sont pas aussi sensibles à la précision du tensionnage que les courroies trapézoïdales et les courroies plates. Le rendement de ces courroies se situe à quelque 98 p. 100. L'alignement est un facteur important pour assurer une longue vie utile à la courroie (environ cinq ans) sans entretien.

Chaîne à rouleaux

Les entraînements à chaînes servent couramment de raccord terminal entre le réducteur à engrenages et l'équipement. Le tensionnage n'est pas aussi critique que pour les entraînements à courroie, et le rendement peut atteindre 98,9 p. 100.

Les chaînes exigent une lubrification et un alignement appropriés. Il importe de dimensionner correctement la chaîne afin de réduire l'étirement qui peut provoquer une usure prématurée du pignon et diminuer le rendement de l'installation. Le surdimensionnement du pas de la chaîne augmentera l'effet de corde, ce qui favorisera la vibration et le bruit.

1.6.2 Réducteurs à engrenages

Les réducteurs de vitesse servent à convertir la puissance de sortie de moteur haute vitesse et faible couple en basse vitesse et couple élevé pour répondre aux demandes de l'équipement. La réduction de vitesse implique le mouvement de pièces dans le réducteur, ce qui entraîne des pertes de rendement par frottement.

Il existe divers types de réducteurs dont les types à vis sans fin, les types cycloïdaux, planétaires et hélicoïdes. Chacun de ces types offre un rendement particulier à sa configuration.

L'annexe H de la publication source du présent rapport comporte des schémas de réducteurs à engrenages. L'annexe B du présent rapport offre un tableau des modifications à apporter aux réducteurs en vue de réaliser des économies d'énergie.

Engrenage à vis sans fin

Les engrenages à vis sans fin sont constitués d'un filet de vis (spirale) mettant en prise un engrenage (roue) perpendiculaire. Le rendement varie considérablement avec le rapport de l'engrenage. Ainsi, les engrenages à bas rapport sont plus efficaces que les engrenages à rapport élevé. Par exemple, un engrenage à vis sans fin dont le rapport est 5:1 pourrait offrir un rendement de 94 p. 100, alors que le rendement d'un engrenage 40:1 ne dépasserait pas les 75 p. 100.

Le réducteur à vis sans fin, comme tous les réducteurs à engrenages, offre un moins bon rendement lorsqu'il fonctionne à une charge inférieure à la capacité nominale. Le fait de surdimensionner le réducteur pour qu'il supporte le couple de démarrage a pour conséquence de diminuer le rendement global.

Engrenage cycloïdal

Les réducteurs à engrenages cycloïdaux ressemblent à la combinaison d'une roue solaire stationnaire et d'un engrenage planétaire à denture intérieure. Il est possible d'obtenir des réductions de l'ordre de 87:1 avec un engrenage à simple démultiplication.

Ces réducteurs offrent habituellement un rendement supérieur à celui des réducteurs à engrenages à vis sans fin, pouvant atteindre 95 p. 100. Comme pour tous les réducteurs, l'entretien est essentiel à un rendement optimal.

Engrenage planétaire

Le réducteur à engrenages planétaires est doté d'une roue solaire qui fait pivoter des engrenages planétaires à l'intérieur d'une couronne stationnaire externe. Le rendement global du réducteur est déterminé par le nombre de démultiplications nécessaires pour atteindre le rapport souhaité. Il se situe aux environs de 97,5 p. 100.

Engrenage hélicoïde

Les engrenages réducteurs hélicoïdes s'apparentent aux engrenages de déplacement linéaires (engrenages droits) ordinaires, mais la face de leurs dents forme un angle avec l'arbre pour créer une hélice. Certains réducteurs à engrenages hélicoïdes doivent recourir à plusieurs démultiplications pour atteindre des rapports similaires à ceux des réducteurs à vis sans fin à simple démultiplication.

Un ensemble d'engrenages hélicoïdes bien conçu peut atteindre un rendement de 98 p. 100 par démultiplication.

1.6.3 Possibilités d'économies d'énergie

Un bon fonctionnement des entraînements peut se traduire par des économies d'énergie. L'entretien préventif et l'entretien courant constituent un moyen peu coûteux et contribuant ainsi à diminuer la consommation énergétique. Parmi les moyens plus draconiens, il y a le remplacement des mécanismes à piètre rendement par des mécanismes efficaces. Il est conseillé de procéder à une analyse de rentabilité soignée avant d'effectuer une transformation importante.

Une analyse économique exhaustive portant sur les économies d'énergie électrique potentielle qu'offrent les réducteurs à engrenages a démontré que les économies réalisées en remplaçant des réducteurs à vis sans fin de 20 HP et moins par des réducteurs à engrenages hélicoïdes sont inférieures aux coûts analysés. Il serait donc sage de porter son attention sur les entraînements plus puissants.

1.7 Moteurs

Au tableau de l'annexe B, sont énumérés des mesures simples et des changements majeurs susceptibles d'accroître le rendement énergétique.

La majorité des industries utilisent des moteurs plus puissants que ne l'exige la moyenne des procédés industriels. Les raisons de ce surdimensionnement sont les suivantes :

- une assurance contre les pannes de moteur dans les procédés critiques;
- la possibilité d'augmenter la production;
- les grandes fluctuations de charge, le moteur doit être suffisamment puissant pour supporter la charge de pointe.

Un moteur surdimensionné fonctionne en charge réduite. Il est conseillé de faire fonctionner un moteur entre 75 p. 100 et 100 p. 100 de la charge totale, ce qui correspond à la plage de rendement maximal. Lorsqu'un moteur fonctionne à moins de 75 p. 100 de sa charge, le rendement baisse considérablement (voir la figure 4).

Les facteurs de puissance doivent être maintenus au-dessus de 50 p. 100 parce que le facteur de puissance baisse à mesure que diminue la charge du moteur (voir la figure 4). Cette baisse risque de faire chuter le facteur de puissance d'ensemble de l'usine sous les 90 p. 100. Lorsque cela se produit, en Colombie-Britannique, la facture d'électricité est majorée d'une prime de puissance.

Les moteurs à haut rendement sont plus efficaces que les moteurs ordinaires en raison des modifications apportées sur le plan de la conception, de matériaux d'excellente qualité et d'améliorations sur le plan de la fabrication. Les rendements indiqués au tableau 1 sont souvent dépassés et,

dans certains cas, ils représentent une nette amélioration relativement au moteur ordinaire.

Au cours des cinq dernières années, certains services publics ont offert des primes aux entreprises qui se convertissaient aux moteurs à haut rendement. Bien qu'aujourd'hui ce programme n'ait plus la portée qu'il a déjà eu, l'industrie a adopté ces moteurs et les considère désormais comme une norme.

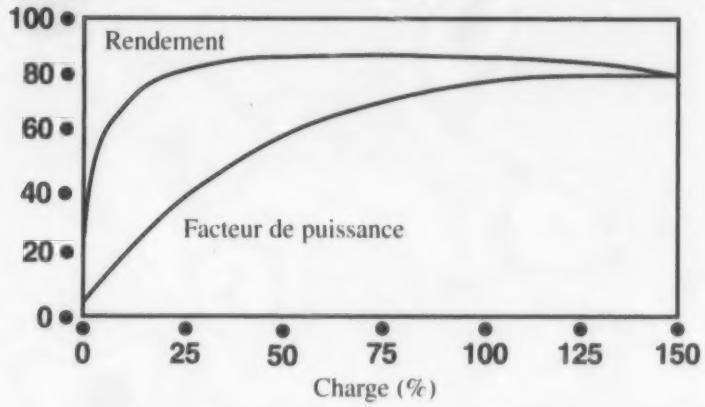


FIGURE 4 - RENDEMENT ET FACTEUR DE PUISSANCE EN FONCTION DE LA CHARGE DE MOTEUR

Hp	Moteurs à haut rendement Rendement minimal	
	1 800 tr/min (%)	1 200 tr/min (%)
1	80,5	80,0
1,5	80,5	82,0
2	81,5	82,5
3	83,0	84,0
5	85,0	86,0
7,5	87,0	87,0
10	87,0	88,0
15	88,5	89,0
20	90,0	89,0
25	91,0	90,5
30	91,0	91,0
40	91,5	91,5
50	92,5	91,5
60	92,5	92,0
75	93,0	92,5
100	93,0	93,0
125	93,0	93,0
150	93,5	93,5
200	94,0	94,0
250	94,5	94,5
300	95,0	95,0
400	95,0	95,0
500	95,0	95,0

TABLEAU 1 - RENDEMENT MINIMAL DES MOTEURS À HAUT RENDEMENT

1.8 Gaz naturel

Au Canada, la majorité des usines de produits du bois utilisent le gaz naturel. Elles s'en servent pour le chauffage de l'usine et pour la production de la chaleur industrielle, comme :

- les séchoirs à bois débité;
- le conditionnement des grumes servant à la fabrication de placage, de contreplaqué et de copeaux longs;
- les séchoirs à placage;
- les séchoirs rotatifs – panneaux de particules, panneaux de grandes particules orientées;
- les fours de chauffage ou de séchage pour joints par entures multiples, lignes peintes, etc.

Dans plusieurs cas, les déchets de bois constituent le principal combustible et le gaz naturel, le combustible d'appoint. Par ailleurs, beaucoup d'usines utilisent leurs déchets de bois et résidus d'écorce à la fois pour le chauffage des locaux et pour la production de chaleur industrielle, et quelques-unes se servent du gaz naturel comme combustible d'appoint. La première raison pour laquelle autant d'usines utilisent encore le gaz naturel, bien qu'elles aient d'énormes quantités de déchets de bois à éliminer, est le caractère économique et pratique du combustible. Il n'est pas rentable pour les usines d'installer un appareil de chauffage au bois pour effectuer la conversion du gaz naturel aux déchets de bois.

Des évaluations ont été faites dans des usines afin de déterminer les cas où le gaz naturel serait un combustible plus efficace que les déchets de bois. Voici ces cas :

- Dans le cas de pertes d'énergie à la suite du simple ajout d'aérothermes comme solution au chauffage des locaux froids de l'usine. Cette solution repose sur la projection suffisante de chaleur dans ces zones et les environs pour que la température atteigne un degré de confort convenable pour travailler. Il aurait été préférable d'évaluer correctement la situation et de concevoir un système approprié de distribution de chaleur. En outre, certains facteurs qui contribuent au refroidissement des locaux, comme les portes par lesquelles entrent dans l'usine les matières premières (grumes, billes de déroulage) ou sortent les produits finis (bois empaqueté), ont été négligés. Les pertes d'énergie dans ces zones peuvent s'élever à 1 GJ/h.

- Beaucoup de systèmes de dépoussiérage dans les usines de produits du bois soutirent d'importantes quantités d'air chargé de poussière, puis séparent la poussière de l'air chauffé après avoir expulsé l'air à l'extérieur. Un système peut soutirer à lui seul 5 GJ/h d'énergie de chauffage. Ainsi, la quantité d'énergie nécessaire au chauffage de l'usine est pratiquement doublée (si le système de dépoussiérage n'aspire pas toute la chaleur).

Il existe au moins deux méthodes de réduction des pertes de chaleur, la première étant beaucoup moins coûteuse que la seconde :

1) l'installation de gaines amenant l'air froid extérieur aux salles des machines desquelles le système de dépoussiérage extrait la poussière et l'air;

2) les raboteuses sont généralement installées dans une enceinte ou dans une salle distincte qui peuvent être dotées d'une grande gaine menant à l'extérieur. Cette gaine est munie de grands registres barométriques à persiennes qui se ferment automatiquement lorsque le système de dépoussiérage ne fonctionne pas (durant les périodes de maintenance ou de fermeture de l'usine). Un aérotherme peut être installé dans l'enceinte et se mettre en marche dès que le système de dépoussiérage arrête de façon à chauffer la salle pour assurer le confort des préposés à l'entretien.

Il a été démontré que la majorité des systèmes de production de chaleur industrielle sont relativement efficaces, les séchoirs à bois débité étant les meilleurs. Une certaine chaleur peut être économisée là où il y a des fuites par les portes ou par les joints d'étanchéité des portes. Mais il existe une raison plus importante que l'économie de chaleur pour colmater ces fuites, celle d'obtenir un séchage plus uniforme. L'isolation non plus n'est pas optimale. Mais les faibles pertes de chaleur qu'elle provoque, en comparaison des autres pertes traitées ci-dessus et compte tenu du coût de remplacement de cet isolant dans la majorité des usines, ne justifient pas l'investissement.

Le rendement des séchoirs à placage est, dans tous les cas, inférieur au rendement des autres séchoirs (de type fours). Mais, en règle générale, ces séchoirs sont employés d'une manière relativement efficace du point de vue de l'utilisation de la chaleur; une grande partie du séchoir fonctionne à pression positive, ce qui a pour effet de diminuer la quantité d'air perdu induit (qui doit ensuite être chauffé puis rejeté par la cheminée dans l'atmosphère, ce qui est une perte directe et totale d'énergie calorifique).

Les deux domaines qui demandent sans cesse une attention particulière sont :

- les joints d'étoncheité des portes;
- les déflecteurs d'extrémité (des rouleaux d'entrée et de sortie à chaque extrémité du séchoir).

Certains séchoirs sont très sensibles à la corrosion, particulièrement le long de la partie inférieure des portes et du seuil. Il suffit simplement de les entretenir avec soin pour réduire l'induction d'air perdu (et diminuer la perte de vapeur qui sort du séchoir pour se retrouver dans l'usine, au lieu de remonter dans la cheminée où elle doit aller).

Dans les séchoirs rotatifs, il est possible d'améliorer l'utilisation de la chaleur de la manière suivante :

- diminuer les fuites au joint étanche du tambour sécheur avant (section frontale);
- diminuer l'air mélangé ou augmenter l'écart de température (température de la section frontale moins température de sortie). Cette méthode d'économie de l'énergie thermique doit être évaluée en tenant compte de la qualité du séchage de la masse de particules et des émissions engendrées par le séchage à température plus élevée. L'analyse de ces solutions et des autres compromis techniques est très complexe. Elle doit être effectuée avant que les paramètres de fonctionnement ne soient changés.
- installer un système de recyclage dans lequel les gaz de gueulard (mélange vapeur-air) sont utilisés dans l'air mélangé à la place de l'air neuf;
- un grand nombre de séchoirs rotatifs sont alimentés directement aux déchets de bois, une technique garantie d'économie de gaz naturel;
- les séchoirs tubulaires instantanés pourraient subir les modifications décrites ci-dessus s'appliquant aux séchoirs rotatifs, sauf en ce qui concerne les fuites au joint étanche avant, parce que ces séchoirs ne sont pas munis de ce joint.

2.0 NOUVELLES TECHNOLOGIES FAVORISANT LE RENDEMENT ÉNERGÉTIQUE

2.1 Électricité

Il existe des technologies qui contribueraient à améliorer le rendement énergétique dans l'industrie des produits du bois. Elles sont déjà mises en œuvre dans d'autres industries et pourraient être adaptées à l'industrie canadienne des produits du bois au cours des cinq à dix prochaines années.

L'amélioration du rendement énergétique comporterait l'analyse de l'équipement et des systèmes existants comme l'air comprimé, l'hydraulique et les entraînements de chariot.

2.1.1 Entraînements de chariot

Les progrès technologiques ont peu à peu modifié le mode d'entraînement des chariots à grumes de la scie de tête. Parmi les entraînements actuels, soulignons l'entraînement à cylindre à jet de vapeur ou à jet d'eau sous pression, l'entraînement à amplidyne à c.c. et la toute nouvelle technique qu'est l'entraînement transistorisé par variation de fréquence avec moteur à c.a.

2.1.2 Entraînement à jet de vapeur

Le gaz naturel ou un autre combustible servent à chauffer l'eau pour la transformer en vapeur dans une chaudière avec la perte d'efficacité concomitante de la chaudière. Les cylindres sont généralement surdimensionnés de façon à supporter un vaste éventail de charges, ce qui nécessite plus de vapeur que cela est nécessaire. La vapeur d'échappement est expulsée dans l'atmosphère, ce qui représente un net gaspillage de chaleur.

2.1.3 Cylindre à jet d'eau sous pression

Un moteur électrique sert à entraîner une pompe qui fournit l'énergie hydraulique sous forme de pression (eau) pour déplacer le cylindre. Ce circuit comporte des pertes dans les pompes, dans la tuyauterie et dans la robinetterie, ce qui engendre un gaspillage d'énergie calorifique. La chaleur doit ensuite être extraite au moyen d'un refroidisseur d'eau puis rejetée. Cette chaleur perdue était fournie à l'origine par le moteur et est perdue dans l'atmosphère.

2.1.4 Entraînement à amplidyne c.a./c.c.

Ce type d'entraînement est doté d'un moteur à c.a. qui commande une génératrice convertissant l'énergie en courant continu. Cette énergie entraîne ensuite le moteur à c.c. qui déplace le chariot dans un mouvement de va-et-vient au moyen de câbles, de tambours à câbles et d'un train d'engrenages. Les pertes de rendement sont réparties dans l'ensemble du système, y compris dans le moteur à c.a., dans la génératrice, dans le moteur à c.c. et dans le train d'engrenages.

2.1.5 Entraînement transistorisé par variation de fréquence (moteur à c.a.)

Cet entraînement est doté des mêmes tambours à câbles et train d'engrenages que le précédent, mais comporte un moteur à c.a. au lieu d'un moteur à c.c. Le courant alternatif est transformé en courant à fréquence variable au moyen d'un convertisseur transistorisé. La vitesse du chariot est modifiée par le réglage de la fréquence du courant fourni au moteur à c.a. Lorsque le chariot est ralenti, l'énergie électrique est reconvertie pour alimenter l'ensemble de l'usine. Ce système est le plus efficace et remplacera sans doute peu à peu les autres systèmes encore utilisés.

2.1.6 Actionneur linéaire commandé par moteur électrique

Une technologie qui n'a pas encore trouvé d'application dans l'entraînement de chariot est celle de l'actionneur linéaire commandé par un moteur électrique. Cet actionneur est muni d'un écrou à circulation de billes qui met en prise une longue tige à filetage meulé pour cage de roulement à billes.

2.1.7 Moteurs linéaires

Ce système éliminerait les composants rotatifs, avec les roulements et les pertes inhérentes. Il serait semblable à l'entraînement de l'aérotrain de Vancouver et serait des plus simples.

2.1.8 Actionneurs

L'industrie des produits du bois emploie une multitude d'actionneurs. Ceux-ci comportent généralement un piston logé dans un cylindre dont la tige se déplaçant axialement fournit la force et le mouvement utiles.

La majorité de ces cylindres sont alimentés à l'air comprimé, d'autres par un fluide hydraulique sous pression. Les actionneurs à air comprimé sont les moins efficaces. Une grande partie de la puissance de moteur est nécessaire pour comprimer l'air. Le cycle de compression engendre de la chaleur qui doit ensuite être rejetée dans l'atmosphère, ce qui représente une perte d'énergie directe. Puis l'air comprimé, après l'actionnement du cylindre, est expulsé dans l'atmosphère sous pression – une autre perte d'énergie directe. Ce type de transfert d'énergie est tout à fait inefficace. L'hydraulique assure un meilleur rendement, comme cela a été traité ci-dessus. Toutefois, le fluide des systèmes hydrauliques est surchauffé et doit être refroidi, ce qui entraîne une perte directe d'énergie dans l'atmosphère.

Une technique efficace d'actionnement linéaire puissant serait l'utilisation d'un actionneur à circulation de billes commandé par un moteur électrique, comme il a été décrit à la section 2.1.1 – **Entraînements de chariot**. Ces actionneurs, qui n'ont pas été souvent employés comme dispositifs de division-dégagement dans les usines de produits du bois, devraient être utilisés à l'avenir comme des actionneurs universels, ce qui améliorerait largement le rendement d'énergie électrique.

Une autre méthode qui permettrait de réduire la consommation d'énergie électrique serait le système de transport pneumatique à bouchons. Ce système est décrit à la section 1.5.1 – **Installations de transport pneumatiques haute pression**.

2.2 Gaz naturel

Dans certains domaines, le rendement énergétique peut être amélioré non pas en ayant recours à une nouvelle technologie, mais en utilisant d'une autre manière la technologie existante.

Par exemple, certaines usines de conversion du bois utilisent des chaudières à jet fluide alimentées au gaz naturel fournissant la vapeur utile au chauffage des locaux de l'usine et au chauffage des séchoirs à bois débité (ou autre production de chaleur industrielle).

Il est presque toujours plus efficace de chauffer directement les locaux de l'usine ou le procédé; communément appelé chauffagge directe (alors que l'installation à chaudière serait un exemple de chauffage indirecte). La méthode du chauffage directe amène les gaz de combustion directement du brûleur au procédé ou aux locaux chauffés, éliminant ainsi la perte de rendement liée à la chaudière (pertes par la cheminée). (Elle diminue aussi la complexité du processus, les coûts d'exploitation et les frais d'entretien.)

Certaines économies d'énergie sont particulièrement rattachées au fonctionnement des séchoirs à bois débité. Souvent le bois dans le séchoir est soumis à un préconditionnement au début du processus de séchage ou à un postconditionnement (relaxation de la contrainte). La technique classique consiste à injecter de la vapeur vive dans le séchoir. Cette méthode n'est pas rentable du point de vue énergétique, étant donné qu'environ 50 p. 100 à peine de la vapeur injectée est réellement utilisée pour accroître l'humidité, le reste étant rejeté hors du séchoir et perdu. Qui plus est, l'eau d'alimentation qui était fournie, traitée chimiquement et chauffée, est perdue et doit être remplacée par de l'eau fraîche froide.

Ce système pose un autre problème lorsqu'il est utilisé aux fins de postconditionnement, la vapeur chauffée étant amenée dans un séchoir déjà chaud sur du bois débité chaud. La condensation de cette vapeur dégage une grande quantité de chaleur à un moment où le séchoir n'a pas besoin de plus de chaleur. La température du thermomètre sec du séchoir s'élève donc au lieu de baisser; ce résultat est loin d'être optimal.

Dans certaines usines, ce système est remplacé par des pulvérisateurs d'eau montés sur des collecteurs qui parcourent le séchoir sur toute sa longueur. Cette méthode a été expérimentée depuis plusieurs années et laisse toujours à désirer. Les pulvérisateurs ne diffusent pas l'eau parfaitement, ce qui laisse des taches à la surface du bois débité. En outre, la vidange d'eau crée souvent un problème.

Une recherche exhaustive récente a porté sur ce système, sur les injecteurs et sur les caractéristiques de la pression. Elle a débouché sur la mise au point d'un système à injecteurs qui comporte une cible sur laquelle frappe l'eau qui se décompose en une vapeur submicronique. Ce nouveau système a été installé dans des séchoirs et fonctionne de façon satisfaisante. L'énergie requise pour refouler l'eau jusqu'aux injecteurs ne représente qu'une petite fraction du gaz naturel qu'exigeait la chaudière pour effectuer le même conditionnement du bois. Il y aurait avantage à étudier la possibilité d'installer ce nouveau système dans tous les séchoirs qui utilisent la vapeur de conditionnement. Le système assure des économies d'énergie et peut améliorer le milieu de conditionnement du bois débité.

3.0 ÉVALUATION DES PROGRAMMES

3.1 Économies d'énergie électrique

Pratiquement tous les services publics ont un programme d'économies d'énergie. Ces programmes comportent habituellement trois volets :

- le secteur résidentiel:
- le secteur commercial:
- le secteur industriel.

Les usines de produits du bois sont regroupées dans le secteur industriel.

B.C. Hydro a l'un des programmes les plus dynamiques et ayant connu le plus de succès, le programme Éconergique (Power Smart). Les économies d'énergie annuelles réalisées, au 30 décembre 1993, sont une preuve de la réussite de ce programme. Elles sont évaluées comme suit :

•	secteur résidentiel	340 GWh	
•	secteur commercial	652 GWh	
•	secteur industriel	321 GWh	
	TOTAL	**1 313 GWh**	**annuel**

La charge totale du système étant 46 346 GWh, les économies d'énergie réalisées à la fin de 1993 représentaient 3 p. 100 de la charge annuelle totale, après seulement trois années d'efforts. Cela est tout à fait impressionnant !

B.C. Hydro prévoit investir quelque 600 millions de dollars sur une période de 20 ans pour réduire la consommation énergétique de 5 600 GWh, ou de 12 p. 100 de la charge actuelle.

Si l'on connaît bien les activités du secteur de la fabrication des produits du bois, il est tout à fait évident que les possibilités d'économies d'énergie électrique ont été à peine effleurées jusqu'ici. Toutefois, l'effort déployé dans le secteur industriel a été modeste en comparaison de ce qui a été fait dans les secteurs résidentiel et commercial, comme le démontrent les résultats d'ailleurs.

Certains programmes industriels ont très bien fonctionné, d'autres moins. Par exemple, le programme axé sur les moteurs à haut rendement a eu beaucoup de succès. L'achat par les usines de moteurs à haut rendement est presque devenu pratique courante. Le principal facteur qui a privilégié le programme était la courte vie utile des moteurs obligeant l'usine à remplacer régulièrement ceux-ci. La remise accordée en vertu du programme Éconergique abaissait le prix d'achat du moteur à haut rendement au point que ce dernier coûtait moins cher qu'un moteur ordinaire. Par conséquent, le programme a remporté un vif succès.

On peut tenir les mêmes propos à l'égard du programme sur l'éclairage. La méthode (du point de vue de l'usine) est pratiquement aussi simple que l'achat d'un moteur particulier (comme un moteur à haut rendement). Les entrepreneurs spécialisés en éclairage présentent rapidement un devis sur le coût de remplacement des appareils d'éclairage à faible rendement (incandescence et fluorescence) par des appareils à haut rendement (sodium pressurisé et halogène-métal). Les plans de remplacement des appareils dans diverses zones de l'usine peuvent être établis en excluant les frais prélevés à l'acquisition. Bien que ces programmes aient été une véritable réussite, ils n'offrent pas le potentiel d'économies d'énergie que d'autres méthodes comportent.

Le programme portant sur les ventilateurs et sur les installations de transport pneumatiques offre d'énormes possibilités d'économies énergétique, comme il est démontré à la figure 8. Mais il n'a pas remporté le succès escompté. Cela tient, en partie, à ce que les mesures à prendre pour réaliser ces économies exigent une étude et une conception techniques spécialisées. Le personnel de l'usine n'a pas, en général, la compétence suffisante ou ne dispose pas du temps nécessaire pour procéder à l'étude et à la conception de l'installation.

Lorsque le rendement de l'investissement n'est pas connu ou n'est pas garanti (pas répondu aux attentes), il est peu probable que l'usine fasse appel aux services d'un expert-conseil pour effectuer l'analyse et la conception du système ou de l'installation. Cela entraînerait d'énormes frais initiaux, et uniquement pour déterminer si le projet est rentable et ensuite s'il doit être intégré au plan d'investissement de l'usine.

Même dans les cas où les services publics offraient de payer 50 p. 100 de ces frais initiaux, l'usine avait habituellement du mal à trouver les autres 50 p. 100. La raison sous-jacente est que les coûts énergétiques représentent pour l'usine une faible proportion de l'ensemble de ses coûts de production. Une diminution du coût de l'énergie n'a pas d'effet sur la rentabilité de l'usine dans des proportions identiques à beaucoup d'autres mesures. Par conséquent, l'usine utilisera plutôt l'énergie de son personnel là où le potentiel est le plus grand (et où les répercussions seront manifestes... l'énergie n'est pas vraiment visible à l'oeil nu !).

3.2 Gaz naturel

Une grande partie des propos exposés ci-dessus s'appliquent aux économies d'énergie dans le domaine du gaz naturel. Toutefois, des analyses sur place ont démontré l'existence de moyens d'économiser l'énergie qui sont simples et faciles à utiliser, et ce, sans avoir à procéder à une étude approfondie et à une conception technique poussée du système. Cela indiquerait que la seule diffusion du présent rapport aiderait les usines à réaliser des économies d'énergie sans avoir à déployer des efforts exceptionnels et à assumer des coûts élevés mais en obtenant un rendement d'investissement incontestable.

De toute façon, dans l'ensemble, les usines de produits du bois ont besoin d'aide pour repérer les domaines qui offrent des possibilités d'économies d'énergie et pour quantifier les économies potentielles.

Cette aide peut venir des services publics qui desservent l'usine ou d'experts-conseils indépendants dont les services sont retenus à cette fin.

3.3 Résumé

Divers programmes mis en œuvre (par ordre décroissant de réussite) sont énumérés ci-dessous :

- Le programme sur les moteurs à haut rendement est, sans conteste, le plus réussi de tous les programmes en Colombie-Britannique. Grâce à ce programme, il sera illégal à l'avenir de vendre un moteur de 200 HP ou moins qui n'est pas un moteur à haut rendement. Une fois ce règlement en vigueur, la remise octroyée par le service public sera éliminée.

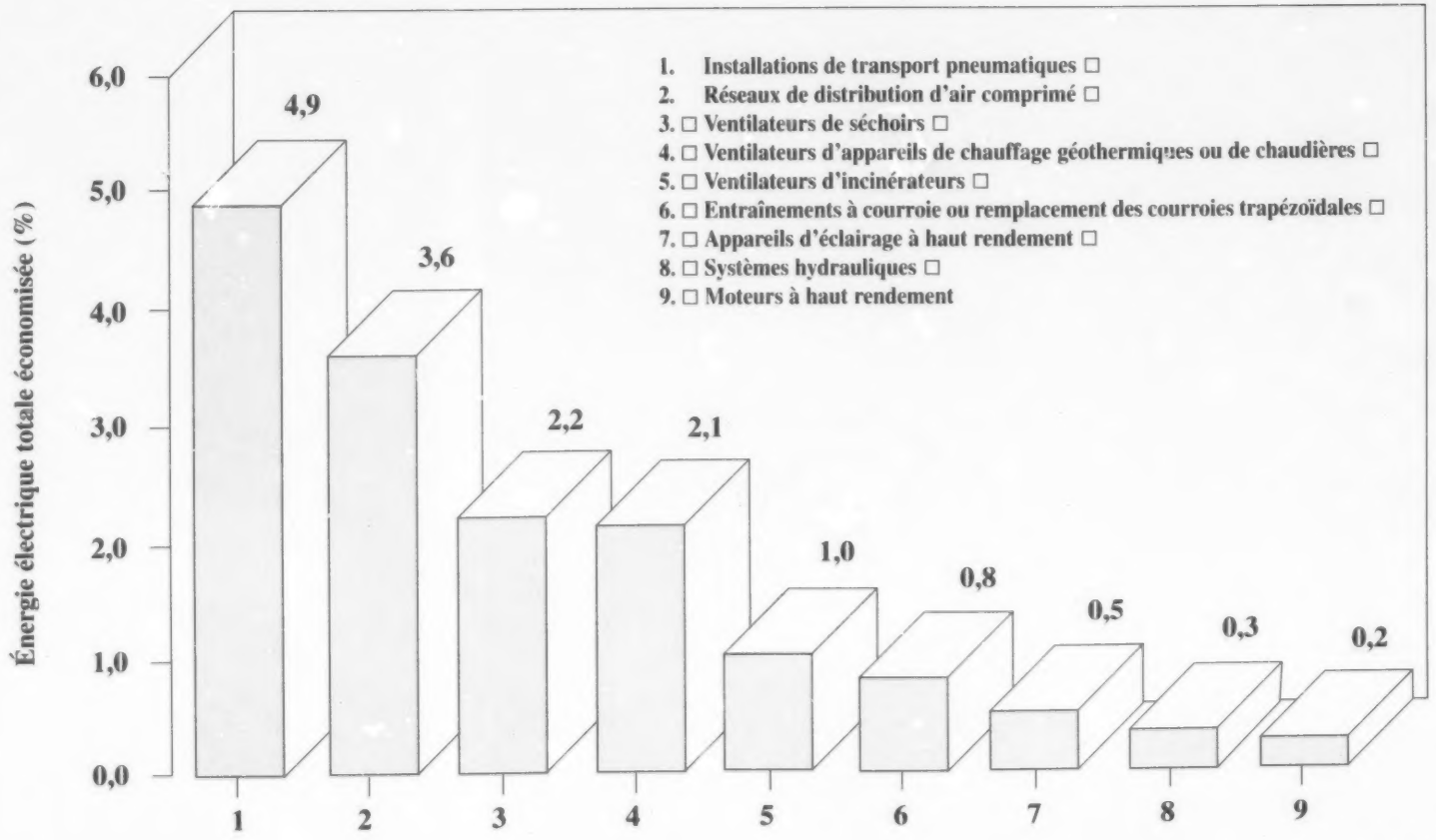
- Le deuxième programme qui a remporté le plus de succès, bien qu'il s'apparente beaucoup au précédent, est celui grâce auquel une norme accompagne certains produits établissant le rendement énergétique minimal. La réussite prend particulièrement de l'importance lorsque le code du bâtiment est visé.

- Les programmes – comme celui qui porte sur l'éclairage – qui sont simples et n'entraînent pas de frais avant l'achat et l'installation du matériel.

- Les programmes pour lesquels les services publics financent l'étude visant à déterminer les économies réalisées et la manière de les réaliser. Un exemple de cette méthode est le programme Éconergique portant sur l'air comprimé en vertu duquel le service public a acheté et fourni l'indicateur de débit d'air à l'usine et a effectué l'analyse du réseau de distribution d'air ainsi que la formation du personnel sur les lieux sans que l'exploitant de l'usine ait à assumer quoi que ce soit.

- Les programmes les moins efficaces ont été ceux qui exigeaient l'étude et la conception d'un système par des experts indépendants avant que l'ordre de grandeur et la valeur des économies soient déterminés. Malheureusement, cette catégorie est celle qui offre les plus grandes possibilités d'économies d'énergie (voir la figure 5).

FIGURE 5 - POSSIBILITÉS D'ÉCONOMIES □ D'ÉLECTRICITÉ DANS UNE SCIERIE TYPE



4.0 PLAN D'ACTION

La présente section vise à aider le Groupe de travail sur les produits du bois du Programme d'économies d'énergie dans l'industrie canadienne (PEEIC) à élaborer une stratégie pour assurer l'adoption des mesures d'amélioration du rendement énergétique qui sont exposées dans ce rapport.

4.1 Économies d'énergie électrique

Étant donné que pratiquement tous les services publics canadiens font partie de Power Smart Inc., tous les manuels sur la gestion de l'énergie sont à leur disposition. Le PEEIC est en mesure de diffuser cette information d'une valeur inestimable à toutes les usines de produits du bois. Les manuels sont offerts sous forme de feuilles mobiles groupées dans un cahier à anneaux avec intercalaires à onglet qui séparent la matière traitée par sujet (p. ex., les entraînements flexibles, le facteur de puissance, les broyeurs, etc.).

Le PEEIC est également en mesure de collaborer avec chacun des services publics à l'organisation de séminaires d'information sur place destinés au personnel de l'usine. Ces séminaires viseraient à aider le personnel à utiliser les données fournies dans les manuels pour réaliser des économies d'énergie dans leur lieu de travail.

On pourrait rédiger un questionnaire approprié à chaque type d'usine (scierie, usine de contreplaqué, usine de panneaux de fibres à densité moyenne, etc.) que remplirait le personnel de l'usine. Une fois analysé, le questionnaire donnerait un aperçu sommaire des possibilités d'économies d'énergie et la priorité à accorder à chacune. Il pourrait être présenté sous la forme d'un logiciel (sur disquette), version Windows – adapté aux divers types d'usines – que le personnel de l'usine serait en mesure de charger. Il suffirait de remplir les blancs. Les calculs s'effectueraient automatiquement, puis une liste prioritaire serait établie (calculs compris) et imprimée.

B.C. Hydro – Power Smart Inc. ont créé un programme général, semblable à celui que nous venons de décrire, en version Windows. Toutefois, le logiciel demande une certaine compétence de la part de la personne qui s'en sert tant pour déterminer les données pertinentes que pour entrer ces données correctement. B.C. Hydro - Power Smart Inc. organisé des ateliers de formation pratique (chaque participant ayant son terminal d'ordinateur) pour aider le personnel à utiliser le programme. Beaucoup d'usines dont le personnel a participé à l'atelier ont acheté le programme.

Carroll-Hatch (International) Ltd. a rédigé les cas types et fourni les données à traiter et les solutions de ce programme. Elle a également prêté son assistance à la présentation de l'atelier dans divers centres de la province. Si ce genre de programme était adapté à chaque type d'usine (scierie, usine de contreplaqué, usine de panneaux de fibres à densité moyenne, usine de panneaux de grandes particules orientées, etc.), le personnel de l'usine aurait beaucoup moins de mal à l'utiliser.

Les économies d'énergie étant une question extrêmement importante pour l'ensemble de la société, il y aurait lieu, dans le cadre du PEEIC, d'aider à élaborer des cours de vulgarisation qui seraient offerts dans des collèges, de l'Atlantique au Pacifique. Ces cours seraient conçus en fonction des usines de produits du bois de la région. Ils donneraient aux personnes inscrites une formation sur les méthodes à adopter pour déterminer la quantité et la valeur des économies d'énergie réalisables. Le programme relèverait, en toute logique, du Programme canadien de gestion énergétique et de formation environnementale (CEMET). Mais cette approche est lente. Autrement dit, les économies d'énergie seront longues à réaliser de cette façon.

La question des économies d'énergie demeure extrêmement importante aux yeux des citoyennes et des citoyens parce que pratiquement chaque unité d'énergie consommée a un coût environnemental; par exemple, une vallée située en aval d'un barrage a été inondée, ou une unité de charbon ou de gaz naturel a été brûlée et des gaz de gueulard ainsi que des particules ont été rejetés dans l'atmosphère, ou une unité de combustible non renouvelable a été brûlée – rien n'est plus réutilisable. Il semblerait logique d'adopter une approche plus rigoureuse, laquelle s'avérerait sans doute aussi plus rentable.

Une approche beaucoup plus rapide que celle de la formation, exposée ci-dessus, consisterait à fournir des fonds pour assumer les coûts des services d'experts-conseils en économies d'énergie. Ces spécialistes procéderaient à une évaluation exhaustive de chaque usine et élaboreraient un plan de mesures d'économies d'énergie propre à chacune en tenant compte des priorités à respecter. Ce plan comporterait les économies d'énergie potentielles liées aux diverses zones de l'usine, les économies monétaires annuelles, une estimation du coût en capital, le rendement des investissements (après avoir pris en compte les remises des services publics, le cas échéant) et des recommandations touchant les changements de stratégie d'exploitation, s'il y avait lieu. Un suivi de chaque usine permettrait de s'assurer que les programmes d'économies d'énergie sont intégrés aux plans d'investissement de l'usine puis mis en œuvre, et que les économies d'énergie sont évaluées.

L'utilisation généralisée des déchets de bois représente un domaine particulier d'économies d'énergie. Un grand nombre d'usines utilisent de façon efficace les déchets de bois comme combustible. Toutefois, dans plusieurs d'entre elles, les déchets résultant de la fabrication de produits du bois sont éliminés suivant des méthodes qui ne sont pas les meilleures et les plus souhaitables, par exemple, l'incinération ou l'enfouissement.

Ces déchets peuvent servir à produire de l'électricité, être utilisés comme source de chaleur pour sécher les produits du bois, entrer dans la fabrication d'engrais, certains peuvent être récupérés comme couvre-sol décoratif, etc. Dans la plupart des cas, cependant, ces solutions ne sont pas rentables. Par contre, si des incitatifs fiscaux autres que ceux de la catégorie 34 étaient mis en œuvre de façon que ces solutions atteignent le seuil de rentabilité, alors l'énergie électrique serait sauvegardée et le gaz naturel préservé.

4.2 Gaz naturel

Si ce présent rapport était distribué dans beaucoup d'usines canadiennes de produits du bois, il contribuerait à guider le personnel vers les domaines où les possibilités d'économies d'énergie sont les plus probables. Des ateliers pourraient être tenus dans des centres appropriés. Ils pourraient porter sur des domaines types d'économies potentielles, sur le calcul des économies de chauffage, sur l'évaluation des économies monétaires annuelles et sur le coût en capital des changements à apporter.

Une autre méthode consisterait en l'organisation par les services publics de gaz naturel de cours de formation destinés à leurs représentants. Ces cours porteraient sur la méthodologie de l'économie d'énergie dans le secteur des produits du bois. Les services pourraient alors aider leurs clients à découvrir les domaines potentiels d'économies d'énergie et ensuite à prendre les mesures pour réaliser ces économies.

Bon nombre des suggestions faites ci-dessus à la section 4.1 – **Économies d'énergie électrique**, conviennent tout à fait au gaz naturel. Lorsque les programmes comportent la diffusion d'informations sur les économies d'énergie, celles-ci devraient porter sur l'électricité et sur le gaz naturel. Cela est également vrai des programmes de formation.

ANNEXE A
POSSIBILITÉS D'ÉCONOMIES D'ÉNERGIE (SCIERIES ET USINES DE RABOTAGE) – AIR COMPRIMÉ

N°	DOMAINE		MESURES SIMPLES		CHANGEMENTS MAJEURS	Réf.
1	**Production d'air**		**Fonctionnement**		**Modifications**	
	Compresseurs	1	Vérifier et nettoyer les filtres d'entrée d'air	1	Ajouter un séquenceur dans le cas de compresseurs multiples	
		2	Vérifier et régler la valeur de consigne du compresseur	2	Transformer le dispositif de modulation en dispositif de régulation de type tout ou rien	
		3	Vérifier et régler les dispositifs de modulation			
		4	Vérifier et régler le séquenceur (le cas échéant)			
		5	Vérifier et régler la puissance du compresseur			
2	**Production d'air**		**Fonctionnement**		**Modifications**	
	Dessiccation d'air	1	Vérifier l'état des filtres et les remplacer s'il y a lieu	1	Ajouter un dispositif de contrôle de purge à l'assécheur	
	Préfiltres/filtres	2	Vérifier le matériau dessicatif et le remplacer, le cas échéant	2	Ajouter un contrôleur d'humidité à l'assécheur	
	terminaux	3	Vérifier les fuites internes de dérivation des robinets de commutation de l'assécheur	3	Remplacer les assécheurs sans échauffement par des assécheurs à régénération par chaleur ou à chaleur de récupération	
3	**Capacité de stockage - réseau de distribution**		**Fonctionnement**		**Modifications**	
	Généralités	1	Vérifier les fuites d'air et les colmater du mieux possible	1	Ajouter un dispositif de gestion de l'air avec contrôle de la demande (p. ex., le contrôleur intermédiaire ConservAir)	
	Réservoir	1	Vérifier le réglage de la soupape de sûreté, le cas échéant	1	Accroître la capacité du réservoir	
	Réglages de pression	1	Régler le robinet d'arrêt de refoulement au réservoir en fonction du débit**	1	Installer un régulateur de pression à haut rendement à la sortie	
	Réglage de collecteur / conduite			1	Dimensionner correctement les conduits	
				2	Changer en réseau bouclé	
4	**Utilisation de l'air - Production**		**Fonctionnement**		**Modifications**	
			Régler les pressions d'utilisation finale si des régulateurs sont installés			
	Utilisation finale : pressions	1	Régler les vitesses d'utilisation finale à la seule valeur utile	1	Ajouter des régulateurs de pression aux grands utilisateurs	
		2	Remplacer les tuyaux souples et raccords sousdimensionnés restreignant le débit	2	Transformer les réseaux appropriés en réseaux bipression	
		3	Vérifier et nettoyer les composants de filtres obstrués			
	Traitement secondaire (filtres / lubrifiants / régulateurs	1	Vérifier, nettoyer ou remplacer les vis de purge des cuvettes de filtres qui fuient			
	Utilisation finale : divers	2	Vérifier et réparer les membranes de régulateurs qui fuient			
		3	Contrôler les jets d'air par des régulateurs de pression			
	Utilisation finale : autres solutions	1	Contrôler les jets d'air par un robinet électromagnétique	1	Utiliser une technique de diffusion d'air plus efficace pour les jets d'air (nettoyage de cellules photo-électriques, nettoyage de courroies, dépoussiérage)	
		2		2	Convertir les utilisateurs pertinents aux cylindres à simple action	
5	**Utilisation de l'air : autres fins que la production**		**Fonctionnement**	1	Remplacer l'utilisateur d'air par une autre source d'énergie (ex. : l'hydraulique)	
			Mettre hors circuit tous les compresseurs inutiles		**Modifications**	
		1		1	Installer des diffuseurs d'air à haut rendement aux fins de nettoyage	
6	**Utilisation de l'air : hors des heures de travail**		**Fonctionnement**		**Modifications**	
			Mettre hors circuit tous les compresseurs inutiles	1	Les robinets d'isolement de la salle des machines doivent être enclenchés au système de commande	
		1		2	Isoler l'alimentation d'air aux soupapes différentielles du réseau d'incendie en la reliant à son ou ses propres petits compresseurs	

CARROL HATCH (INTERNATIONAL) LTD.

POSSIBILITÉS D'ÉCONOMIES D'ÉNERGIE (USINES DE CONTREPLAQUÉ ET DE PANNEAUX DÉRIVÉS DU BOIS) – AIR COMPRIMÉ

N°	DOMAINE		MESURES SIMPLES		CHANGEMENTS MAJEURS	Réf.
1	**Production d'air**		**Fonctionnement**		**Modifications**	
	Compresseurs	1	Vérifier et nettoyer les filtres d'entrée d'air	1	Ajouter un séquenceur dans le cas de compresseurs multiples	
		2	Vérifier et régler la valeur de consigne du compresseur	2	Transformer le dispositif de modulation en dispositif de régulation de type charge-décharge	
		3	Vérifier et régler les dispositifs de modulation			
		4	Vérifier et régler le séquenceur (le cas échéant)			
		5	Vérifier et régler la puissance du compresseur			
2	**Production d'air**		**Fonctionnement**		**Modifications**	
	Dessiccation d'air	1	Vérifier l'état des filtres et les remplacer s'il y a lieu	1	Ajouter un dispositif de contrôle de purge de l'assécheur	
	Préfiltres / filtres	2	Vérifier le déshydratant et le remplacer, le cas échéant	2	Ajouter un contrôleur d'humidité de l'assécheur	
	terminaux	3	Vérifier les fuites internes de dérivation des robinets de commutation de l'assécheur	3	Remplacer les assécheurs sans échauffement par des assécheurs à régénération par chaleur ou à chaleur de récupération	
3	**Capacité de stockage - réseau de distribution**		**Fonctionnement**		**Modifications**	
	Généralités	1	Vérifier les fuites d'air et les colmater du mieux possible	1	Ajouter un dispositif de gestion de l'air avec contrôle de la demande (p. ex., le contrôleur intermédiaire ConservAir)	
	Réservoir	1	Vérifier le réglage de la soupape de sûreté, le cas échéant	1	Accroître la capacité du réservoir	
	Réglages de pression	1	Régler le robinet d'arrêt de refoulement au réservoir en fonction du débit**	1	Installer un régulateur de pression à haut rendement à la sortie	
	Réglage de collecteur / conduite			1	Dimensionner correctement les conduites	
				2	Changer en réseau bouclé	
4	**Utilisation de l'air - Production**		**Fonctionnement**		**Modifications**	
			Régler les pressions d'utilisation finale si des régulateurs sont installés			
	Utilisation finale : pressions	1	Régler les vitesses d'utilisation finale à la seule valeur utile	1	A outer des régulateurs de pression aux grands utilisateurs	
		2	Remplacer les tuyaux souples et raccords sousdimensionnés restreignant le débit	2	Transformer les réseaux appropriés en réseaux bipression	
		3	Vérifier et nettoyer les composants de filtres obstrués			
	Traitement secondaire	1	Vérifier, nettoyer ou remplacer les vis de purge des cuvettes de filtres qui fuient			
	Utilisation finale : divers	2	Vérifier et réparer les membranes de régulateurs qui fuient			
		3	Contrôler les jets d'air par des régulateurs de pression			
	Utilisation finale : autres solutions	1	Contrôler les jets d'air par un robinet électromagnétique	1	Utiliser une technique de diffusion d'air plus efficace pour les jets d'air (nettoyage de cellules photo-électriques, nettoyage de courroies, dépoussiérage)	
		1		2	Convertir les utilisateurs pertinents aux cylindres à simple action	
				3	Modifier le poste de filtrage en poste à basse pression d'air	
5	**Utilisation de l'air : autres fins que la production**			1	Remplacer l'utilisateu [...teur] d'air par une autre source d'énergie (ex.: hydraulique)	
			Fonctionnement		**Modifications**	
		1	Mettre hors circuit tous les compresseurs inutiles	1	Installer des diffuseurs d'air à haut rendement aux fins de nettoyage	
6	**Utilisation de l'air : hors des heures de travail**		**Fonctionnement**		**Modifications**	
		1	Mettre hors circuit tous les compresseurs inutiles	1	Les robinets d'isolement de la salle des machines doivent être enclenchés au système de commande	
				2	Isoler l'alimentation d'air aux soupapes différentielles du réseau d'incendie en la reliant à son ou ses propres petits compresseurs	

ANNEXE B

N°	DOMAINE		MESURES SIMPLES		CHANGEMENTS MAJEURS
1	Courroie plate	1 2 3	Vérifier l'alignement et le régler Vérifier l'état de la courroie et remplacer celle-ci, s'il y a lieu Vérifier la tension et la régler	1	Installer une nouvelle courroie en matière synthétique Remplacer la courroie par une courroie de synchronisation
2	Courroie trapézoïdale	1 2 3	Vérifier l'alignement et le régler Vérifier l'état de la courroie et remplacer celle-ci, s'il y a lieu Vérifier la tension et la régler	1 2	Installer une plus grande poulie Remplacer la courroie par une courroie de synchronisation
3	Courroie de synchronisation	1 2 3	Vérifier l'alignement et le régler Vérifier l'état de la courroie et remplacer celle-ci, s'il y a lieu Vérifier la tension et la régler		
4	Chaîne à rouleaux	1 2 3 4	Vérifier l'alignement et le régler Vérifier l'usure et remplacer la courroie, s'il y a lieu Vérifier la tension et la régler Vérifier la lubrification		
5	Engrenage à vis sans fin	1 2	Vérifier le niveau d'huile Enlever la poussière et les débris pour que la chaleur rayonne correctement	1 2 3 4	Remplacer l'engrenage par un plus petit s'il est largement surdimensionné Augmenter la vitesse d'entrée Diminuer le rapport de réduction Remplacer l'engrenage par un plus efficace
6	Engrenage cycloïdal	1 2	Vérifier le niveau d'huile Enlever la poussière et les débris pour que la chaleur rayonne correctement	1 2	Augmenter la vitesse d'entrée Remplacer l'engrenage par un plus efficace
7	Engrenage planétaire	1 2	Vérifier le niveau d'huile Enlever la poussière et les débris pour que la chaleur rayonne correctement	1 2	Augmenter la vitesse d'entrée Remplacer l'engrenage par un plus efficace
8	Engrenage hélicoïdal	1 2	Vérifier le niveau d'huile Enlever la poussière et les débris pour que la chaleur rayonne correctement	1 2	Remplacer l'engrenage par un engrenage démultiplication de moindre importance Augmenter la vitesse d'entrée